

Angewandte Botanik

Zeitschrift
der Vereinigung für angewandte Botanik

herausgegeben im Auftrage des Vorstandes vom 1. Schriftführer

Dr. K. Snell

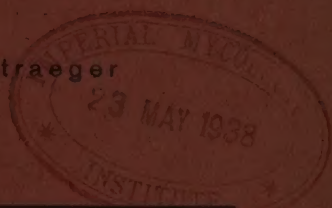
Oberregierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Berlin-Dahlem

Berlin

Verlag von Gebrüder Borntraeger

W 35 Koester Ufer 17

1938



Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35

A. Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien.

Eine Übersicht über das gesamte Pflanzensystem mit besonderer Berücksichtigung der Medizinal- und Nutzpflanzen nebst einer Übersicht über die Florenreiche und Florengebiete der Erde zum Gebrauch bei Vorlesungen und Studien über spezielle und medizinisch-pharmazeutische Botanik. Elfte ergänzte Auflage bearbeitet von Professor Dr. Ludwig Diels. Mit 476 Textabbildungen. (XLII u. 419 S.) 1936 Gebunden *RM* 16.—

Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie,

herausgegeben von Prof. Dr. Eugen Warming † und Prof. Dr. Paul Graebner †. Vierte, umgearbeitete und verbesserte Auflage von Prof. Dr. P. Graebner †. Mit 468 Textabbildungen. (VIII u. 1157 S.) 1933 Gebunden *RM* 130.—

Ausführliche Einzelprospekte kostenfrei

Angewandte Botanik

Inhalt von Heft 2

Originalarbeiten:	Seite
Friedrich, H. Über die Spaltöffnungsweiten blattrollkranker Kartoffelpflanzen. Untersuchungen mit der Infiltrationsmethode	129
Stelzner, G. und Hartisch, J. Entwicklungsphysiologische Untersuchungen an Getreide	156
Besprechungen aus der Literatur	178
Neue Mitglieder und Adressenänderung	183
Personalnachricht	183
Einladung zur Teilnahme an der Tagung 1938 der Vereinigung für angewandte Botanik	184

Werbt neue Mitglieder!

Nach § 14 der Satzungen steht nur den Mitgliedern der Vereinigung für angewandte Botanik die Veröffentlichung in dieser Zeitschrift zu.

Manuskripte, zur Besprechung bestimmte Bücher, sowie alle auf die Schriftleitung bezüglichen Anfragen und Mitteilungen sind an den 1. Schriftführer, Oberreg.-Rat Dr. Snell, Neuanmeldungen von Mitgliedern und Adressenänderungen an den Schatzmeister, Regierungsrat Prof. Dr. Braun, beide in Berlin-Dahlem, Biologische Reichsanstalt, zu richten.

Die Hefte der „Angewandten Botanik“ kommen möglichst am 25. jeden zweiten Monats zum Versand. Hefte, die bei den in Deutschland wohnenden Mitgliedern innerhalb von 8 Tagen nicht angekommen sind, müssen beim zuständigen Postamt und nicht beim Verlag angefordert werden. Für abhanden gekommene Hefte liefert der Verlag nur Ersatz, wenn ein Verschulden seinerseits vorliegt.

Mitglieder der Vereinigung können Exemplare der bereits erschienenen Bände beim Bezug durch den Schatzmeister zum halben Ladenpreis erhalten.

Über die Spaltöffnungsweiten blattrollkranker Kartoffelpflanzen. Untersuchungen mit der Infiltrationsmethode.

Von

Heimo Friedrich.

Mit 6 Abbildungen.

I. Einleitung und Problemstellung.

In der Erforschung der Abbaukrankheiten der Kartoffel sind die Fragen des physiologischen Verhaltens der erkrankten Pflanzen in letzter Zeit gegenüber der Beschäftigung mit den Viren als den Krankheitserregern stark in den Hintergrund getreten. Immerhin liegen schon zahlreiche Ergebnisse physiologischer Abbauforschung vor. Leider sind viele Arbeiten mehr stichprobenartig und lassen eine systematisch-experimentelle Durcharbeitung des angeschnittenen Problems vermissen. Andere Arbeiten leiden unter der Unklarheit der Begriffsbestimmung der „Abbaukrankheiten“, wieder andere darunter, daß sie nur dem Zwecke dienen sollen, eine rein ökologische Theorie des Abbaues der Kartoffel zu verfechten. Weitaus am besten durchforscht ist der veränderte Chemismus der abbaukranken Pflanzen, über den analytische Methoden (16, 17, 18, 19, 24, 25, 28 u. v. a.), Messungen des Aziditäts- (31) und Redoxpotentials (32) und der Aziditätspufferung (33) bedeutsame Erkenntnisse gebracht haben. Diesen Versuchen *in vitro* stehen Beobachtungen an der lebenden Pflanze noch nicht in gleicher Anzahl und Gründlichkeit gegenüber. Die vorhandenen Arbeiten zeigen aber, daß über Assimilation (22, 29), Atmung (19, 22, 34), Stofftransport (29), Wasserhaushalt (siehe unten) und dergleichen Ergebnisse zu erreichen sind, die uns dem Verstehen des Wesens dieser Krankheiten wirklich näher bringen. Hier sind auch noch die Wuchsstoffuntersuchungen der letzten Zeit zu erwähnen (20). In der vorliegenden Arbeit soll ein Beitrag zur Frage des Wasserhaushaltes blattrollkranker Kartoffelpflanzen geleistet

werden. Vom ökologischen Standpunkte wurden Wasserhaushaltsfragen vielfach behandelt, da sie ja im Brennpunkt des Streites über die Ursachen des Kartoffelabbaues standen. Physiologische Versuche führten dann Neger (23), Thung (29), Merckenschlager (21) und Müller (22) aus, die die Transpiration und die Spaltöffnungsbewegungen beobachteten. In diesen Arbeiten wurde übereinstimmend festgestellt, daß die Spaltöffnungen blattrollkranker Blätter mehr verschlossen sind als die gesunder, und daß sie einen „Transpirationsverlauf bei fortschreitendem Wasserverlust“ haben, der von dem gesunden abweicht. Daß die Stomata von Rollblättern weniger weit geöffnet sind, als die von gesunden Blättern, wurde mit mehreren Methoden nachgewiesen, mikroskopisch (23), durch Infiltration (21, 23, 29), durch Gasdiffusion (21) und Wassereinpressung (22).

Eine Vorstellung über die Größe der gefundenen Unterschiede der Spaltweiten bekommt man aus den erwähnten Arbeiten nicht, teilweise geben ja auch die angewandten Methoden keine quantitativ zahlenmäßig ausdrückbaren Werte. Die Außenbedingungen wurden nicht genügend variiert, daß auf allgemeine Gültigkeit des Beobachteten geschlossen werden könnte. Auch war die Zahl der Versuche in den meisten Fällen zu klein und die Auswertung berücksichtigte die Fehlermöglichkeiten nicht (siehe Abschnitt III). Versuche in größerer Zahl, an verschiedenen Sorten und unter verschiedenen Verhältnissen schienen deshalb wünschenswert. Es war vor allem zu überlegen, welche Methode zur Messung des Spaltöffnungszustandes angewandt werden sollte.

II. Wahl der Methode.

Es ist sehr schwer, den Wert der einzelnen Methoden zur Messung des Spaltöffnungszustandes gegeneinander abzuwägen. Jede Methode hat ihre Fehler und Unzulänglichkeiten, jede hat auch ihre Vorteile, ob das eine oder andere überwiegt, entscheiden die Umstände des Einzelfalles. Zu berücksichtigen ist vor allem die Natur des Versuchsobjektes. Wir haben es hier mit Blattfiedern der Kartoffel zu tun, und zwar mit gesunden und blattrollkranken. Andere Abbaukrankheiten wurden vorläufig nicht berücksichtigt, weil die Untersuchung zunächst einmal unter einfachen Bedingungen systematisch durchgeführt werden sollte. Die Beschaffenheit der gerollten Fiedern schließt schon die Anwendung einiger Methoden aus, da sich die Rollblättchen oft nicht ohne Beschädigung flach

ausbreiten lassen. So verlangt die Porometermethode [Darwin 1911 (3)] solche planliegende Blattflächen, desgleichen die Kobaltpapiermethode [Stahl 1894 (9)] und die Zellophanmethode [Weber 1927 (15)]. Diese Methoden sind also schon deshalb — neben anderen Unzulänglichkeiten — hier nicht anwendbar. Die mikroskopische Messung der Spaltweiten, die den großen Vorteil besitzt, absolute Größenmaße zu geben, stößt bei Kartoffelblättern auch auf Schwierigkeiten. Das starke Adernrelief und die Behaarung stören bei der Betrachtung im Mikroskop. Daß gleichzeitig an verschiedenen Blättern der Pflanze, ja an den einzelnen Fiedern eines Blattes und Fiederteilen ganz ungleiche Spaltöffnungsverhältnisse herrschen können — wie noch genauer gezeigt werden wird —, schränkt den Wert der immer nur wenige Spalten umfassenden Einzelbetrachtung stark ein, bzw. verlangt eine große Anzahl solcher Beobachtungen und damit zu viel Zeit, wenn sich die Verhältnisse schnell ändern. Besonders sprach aber auch gegen das Mikroskopieren der Umstand, daß die Versuche auf freiem Feld unter verschiedenen Witterungsbedingungen durchzuführen waren.

Es bleiben dann noch die Infiltrationsmethoden, die aus dem Eindringen von Gasen oder Flüssigkeiten ins Blattinnere auf die Spaltöffnungsweite schließen lassen. Das Eindringen von Gasen [Weber 1916 (14)] ist nur dann wirklich brauchbar, wenn es sich in wenigen Sekunden durch Verfärbungen zu erkennen gibt, wie das zum Beispiel bei rotgefärbten Blättern der Fall ist, das Abwarten letaler Schwärzung, das bei Kartoffeln nötig wäre (verwendet von Merckenschlager, a. a. O.), birgt wegen der langen Versuchsdauer zu viele Fehlermöglichkeiten in sich. Die beiden anderen Infiltrationsmethoden sind die von Molisch unter normalem Druck und die von Neger nach Evakuieren der Interzellularen. Beide beruhen auf demselben Prinzip, daß eine Flüssigkeit je nach der Spaltöffnungsweite in das Blatt eindringt und dort einen dunklen, bzw. durchscheinenden Fleck erzeugt. Bei der Methode von Molisch [Molisch 1912 (6), zuerst benutzt von Haberland 1905] werden verschiedene Flüssigkeiten verwendet, die ohne Überdruck von außen eindringen. Bei der Methode von Neger [Neger 1912 (7), verbessert von Boysen-Jensen 1928 (1)] wird Wasser verwendet, das durch eine meßbare Druckdifferenz zwischen Blattinnerem und Außenfläche eingepreßt wird. Für unsere Zwecke sind beide Methoden gleich geeignet, die im Folgenden gegebene ausführliche Kritik der Infiltrationsmethode nach Molisch gilt fast unverändert

auch für die Negersche. Da aber die Infiltration unter normalem Druck einfacher und schneller zu handhaben ist, fiel die Wahl auf sie, weil sie trotz aller Nachteile doch die geeignetste ist.

III. Kritik der Molischschen Infiltrationsmethode und ihrer Anwendung bei gesunden und blattrollkranken Kartoffelblättern.

Molisch erwähnt bei der Beschreibung seiner Methode von ihren Unzulänglichkeiten und Fehlerquellen nur wenig. So stellt er fest, daß man das absolute Geschlossensein der Spalten nicht gegen weitgehenden Verschuß abgrenzen kann. Als Unregelmäßigkeit vermerkt er, daß die Reihenfolge im Eindringevermögen seiner Flüssigkeiten: Alkohol, Benzol, Xylol in einzelnen Fällen geändert ist, also Benzol oder gar Alkohol dann leichter eindringt als Xylol. Stein (12), die auf Anregung Stahls schon vor Molisch Infiltrationsmessungen ausführte — aber erst später veröffentlichte — hält ihre Flüssigkeitsreihe: Petroläther, Petroleum, Paraffinöl für geeigneter. Die Wahl der Infiltrationsflüssigkeiten ist wahrscheinlich von erheblicher Bedeutung wegen ihrer verschiedenen Benetzungsfähigkeit, worauf besonders Ursprung (13) und Schorn (8) hinwiesen. Daraus erklären sich wohl auch die noch öfter beobachteten Unregelmäßigkeiten in der Reihenfolge der Infiltrationsfähigkeit verschiedener Flüssigkeiten. Die Benetzbarkeit der Spalt- und Interzellularwände wird also als störender Faktor die Infiltration, von der Spaltweite weitgehend unabhängig, beeinflussen. In welchem Maße sie es tut, ist allerdings schwer festzustellen.

Eine andere und vielleicht die größte Schwäche der Methode, die in der Literatur meines Wissens noch nicht ihrer Bedeutung entsprechend behandelt wurde, ist die Möglichkeit, daß die Infiltration, auch wenn das ganze Blatt voll infiltriert wird, nur durch einen ganz kleinen Bruchteil der vorhandenen Stomata zu erfolgen braucht, in vielen Fällen durch weniger als eine Spalte von Hundert. Maßgebend dafür, ob Infiltration stattfindet, ist also in solchen Fällen nur der Öffnungszustand der unter einer sehr großen Zahl weitest geöffneten Spalten. Vom durchschnittlichen Öffnungszustand, der wohl für die Transpiration am wichtigsten zu ermitteln wäre, sagt dann die Infiltrationsprobe nichts aus. Daß sich extreme Abweichungen im Öffnungszustand der Spalten vom gleichzeitigen Mittelwert sehr weit entfernen können, ist eine bekannte Tatsache. Nur wenn man mit einem sehr einheitlichen

Versuchsmaterial (Blätter derselben Art, desselben Alters usw.) arbeitet, hat man einige Berechtigung anzunehmen, daß die mit der Infiltrationsprobe zum Ausdruck kommenden extremen Öffnungsweiten doch zu den mittleren Öffnungsweiten in einem annähernd gleichbleibenden Verhältnis stehen. Vergleicht man aber die Infiltrationsbilder verschiedenartiger Blätter, so ist diese Annahme unbegründet. Diese Fehlerquelle, sowie die schon erwähnte der Benetzungsunterschiede und die im Folgenden zu beschreibende Fehlermöglichkeit schränken die Brauchbarkeit aller Infiltrationsmethoden auf jene Fälle ein, wo, wie schon gesagt, nur ganz einheitliches Versuchsmaterial verwendet wird. Nur dann kann aus den Infiltrationsunterschieden auf entsprechende Unterschiede im allgemeinen Spaltöffnungszustand geschlossen werden. Wozu aber immer noch zu beweisen wäre, daß dieser allgemeine Spaltöffnungszustand sich parallel mit den Extremwerten ändert.

Die größte Fehlerquelle der Infiltrationsmethode, wie sie gewöhnlich gehandhabt wird, ist wohl die verschieden starke Ausbreitung der durch die Stomata eingedrungenen Prüfflüssigkeiten innerhalb des Blattes [Ursprung (13), Stälfelt (10) u. a.]. Man muß bedenken, daß die beurteilten durchscheinenden Flecken nicht durch das Eindringen der Flüssigkeiten in die Spaltöffnungen, sondern erst durch ihre Ausbreitung in den Interzellularräumen entstehen, daß die Art und Geschwindigkeit dieser Ausbreitung aber ganz von der Beschaffenheit der Interzellularen, also ihrer Weite, Form, Oberflächenbeschaffenheit, Benetzbarkeit der Wände (Ursprung a. a. O.), Verdrängbarkeit der Gasfüllung und dergleichen mehr abhängig ist. Es ist daher möglich, daß Blätter mit gleichem Spaltöffnungszustand aber ungleichem Bau der Interzellularen ganz verschiedene Infiltrationsbilder zeigen. So kann in einem Falle, in dem zusammenhängende Räume mit leicht benetzbaren Wänden das ganze Blatt durchziehen [homobarische Blätter nach Neger (7)], die an wenigen Stellen eingedrungene Flüssigkeit sich rasch im ganzen Blatt ausbreiten, in einem anderen Extremfalle die an gleich vielen Stellen eingetretene Flüssigkeit aber nur feine, kaum sichtbare Infiltrationspunkte hervorrufen, weil die Wände hier schwer benetzbar, oder die Interzellularen in eng begrenzte, gegeneinander hermetisch abgeschlossene Räume abgeteilt sind (heterobaische Blätter Negers).

Molisch vermeidet, ohne sich mit der Problematik der Sache zu befassen, die Fehlbeurteilungen, die durch die Interzellularen-

ausbreitung der Flüssigkeiten verursacht sind, indem er im wesentlichen nur zwischen infiltriert und nicht infiltriert unterscheidet und nicht aus der Ausdehnung der Infiltrationsflecken auf den Öffnungsgrad der Spalten schließt. Aber schon Stein (a. a. O.) schreibt: „In der Beobachtung ist wohl zu unterscheiden zwischen augenblicklichem Eindringen und einem nachträglichen Ausbreiten in den Interzellularräumen. Es gibt Blätter, die in den Stunden der Maximalöffnung sofort nach dem Auftragen des Tropfens in dessen ganzem Umkreis einen dunklen Fleck zeigen, während der etwa bei sinkender Sonne wiederholte Versuch zunächst nur getrennte Fleckchen oder Punkte sichtbar macht, ein Zeichen, daß die Spaltöffnungen verengt sind und nunmehr nur noch an einzelnen Stellen die für das Eindringen der Flüssigkeit nötige Weite besitzen.“ Es ist an sich ganz richtig, daß die beiden verschiedenen Infiltrationsbilder auf ungleiche Spaltöffnungszustände zurückgehen, und wenn man gleichartige Blätter einer Pflanze vergleicht, ist man auch berechtigt, beide Fälle zu unterscheiden. Sowie aber, bei Verwendung ungleichartiger Blätter, die Möglichkeit einer verschiedenen Interzellularausbreitung dazukommt, dürfen wir aus dem Infiltrationsgrad, d. h. der Größe der infiltrierten Fläche, keinen Schluß mehr auf die Öffnungsweite der Spalten ziehen. Stälfelt, der diese Fehlerquelle ausführlich diskutiert (10), und die anderen Autoren, die sich kritisch mit der Infiltrationsmethode beschäftigen und sich ihrer bedienen, haben nicht die nötigen Folgerungen gezogen. Es wird wohl die Forderung aufgestellt, die Infiltrationsprobe bei Blättern mit sehr starker interzellulärer Flüssigkeitsausbreitung nicht anzuwenden, aber sonst wird doch die nach einer bestimmten Zeit infiltrierte Blattfläche oder die zu einem bestimmten Infiltrationsgrad (z. B. die halbe Fläche infiltriert) nötige Zeit als Maß der Spaltöffnungsweite genommen, auch dann, wenn nicht feststeht, ob die Interzellularbeschaffenheit der Vergleichspartner dieselbe ist.

Hier interessieren diese Überlegungen nur in bezug auf die Verhältnisse bei Kartoffelblättern. Benetzt man Blattfiedern der Kartoffel durch Eintauchen oder Auftropfen mit einer Flüssigkeit, die bei dem gegebenen Spaltöffnungszustande eindringt, so erscheinen im Blatte Infiltrationsflecken von verschiedenster Größe. Dringt die gewählte Flüssigkeit leicht in das Blatt ein, so kann fast augenblicklich die gesamte Blattfläche gleichmäßig infiltriert sein. Dringt die Flüssigkeit nur eben an einigen Stellen ein, so kommen häufiger einzelne mittelgroße, unregelmäßig eckig geformte und oft

von stärkeren Adern begrenzte Flecken vor, als punktförmige mehr oder weniger dicht nebeneinander liegende aber doch nicht zusammenfließende Infiltrationsstellen. Es ist also hier bei der Kartoffel nicht gerade jener Idealfall gegeben, daß sich jede einzelne geöffnete Spalte im Infiltrationsbild ausprägt, aber man kann doch mit einer gewissen Proportionalität zwischen der Zahl der geöffneten Stomata und der Größe der infiltrierten Blattfläche rechnen. Diese Proportionalität braucht aber nur innerhalb gleichartigen Versuchsmaterialies zu bestehen. Sie kann nicht mehr ohne weiteres angenommen werden, wenn gesunde mit blattrollkranken Blättern verglichen werden, denn dann besteht die Möglichkeit, daß die Rollkrankheit die Beschaffenheit der Interzellularen verändert und infolgedessen andere Ausbreitungsintensitäten bedingt. Merkschlagler (21), Neger (23) und Müller (22) haben aber ihre Beurteilung der Spaltweite gesunder und rollkranker Blätter nicht unabhängig von der Ausbreitung der infiltrierten Fläche vorgenommen, d. h. sie haben die Möglichkeit ungleicher Ausbreitung der Stoffe, die durch die Spaltöffnungen eingedrungen sind, nicht berücksichtigt.

Um annähernd festzustellen, in welchem Verhältnis der Spaltöffnungszustand zur infiltrierten Fläche im gesunden Kartoffelblatt steht, wurden folgende Versuche gemacht: 1. Es wurden Blättchen von der Basis oder von der Spitze aus bis zur Mitte benetzt und nun beobachtet, wieweit sich die Infiltrationsflecken auch über die Grenzlinie der Benetzung hinaus ausdehnen. 2. Es wurden Blättchen mit stärkerem Spaltenverschluß mit Flüssigkeiten benetzt, die bei diesem Spaltenzustand nicht eindringen. Dann wurde die Epidermis mit einem längeren Schnitt durchtrennt und beobachtet, wieweit das Infiltrat von der Schnittlinie aus vordringt. Von den Ergebnissen dieser Versuche gibt Abb. 1 drei Beispiele wieder.

Xylol und Terpentin breiten sich interzellulär in 30 Sekunden bis zu einigen Millimetern weit aus, d. h. 1 bis 2 Eintrittsstellen auf dem Quadratcentimeter Blattfläche könnten vollständige Infiltration bewirken. Alkohol zeigt dagegen keine erkennbare Ausbreitung über das benetzte Gebiet hinaus, vom künstlichen Einschnitt dringt er beiderseits bis 1 Millimeter weit vor, auch nach längerer Zeit nicht weiter, d. h. es müssen je Quadratcentimeter mindestens rund 30 Spalten offen sein, damit vollständige Infiltration zustande kommen kann. Ähnlich lassen sich solche Schätzungen für jeden Infiltrationsgrad ausführen. Da aber die zugrunde gelegten Aus-

breitungsgrößen die höchsten sind, die beobachtet wurden; und die Wegsamkeit des Blattinneren sehr unregelmäßig zu sein scheint, werden tatsächlich noch viel mehr Spaltöffnungen durchlässig sein müssen als auf diese Weise berechnet wird.

Setzt man diese Zahlen in Beziehung zur Anzahl der überhaupt vorhandenen Spaltöffnungen, so sieht man freilich, daß von einer Übereinstimmung von Infiltration und Öffnungszustand in der Art, daß ganz infiltrierte = alle Spalten geöffnet, halb infiltrierte = die Hälfte der Spalten geöffnet usw. bedeutet, keine Rede sein kann. Ganz infiltrierte heißt, ein nicht näher bestimmbarer,

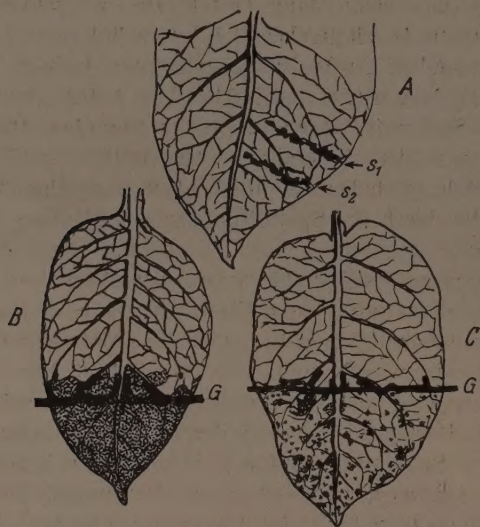


Abb. 1. Versuch über die interzellulare Ausbreitung der Infiltrationsflüssigkeiten. Blatt A mit Alkohol benetzt; dieser dringt nicht ein, nur durch zwei Schnitte in der Epidermis S_1 und S_2 und breitet sich von diesen interzellular aus. Blatt B mit Xylol, Blatt C mit Alkohol benetzt, beide Flüssigkeiten infiltrieren; Xylol dringt interzellular über die Benetzungsgrenze G hinaus, Alkohol nicht.

aber sicher kleiner Bruchteil der Spalten läßt die Prüfflüssigkeit durchtreten, nicht infiltrierte heißt, keine Spalte läßt die Flüssigkeit durch. Zwischen diesen Grenzen bewegt sich die ganze Skala der Infiltrationsgrade. Vergleicht man zwei an verschiedenen Objekten erzielte Infiltrationsgrößen, so müssen diese, um überhaupt vergleichbar zu sein, im selben Maßstab gemessen sein, d. h. die Stufen der Reihe von „nicht

infiltriert“ bis „ganz infiltriert“ müssen in beiden Fällen das gleiche absolute Verhältnis „geöffnete : nicht geöffnete“ Spalten bedeuten. Oder anders ausgedrückt, man muß die Sicherheit haben, daß gleiche Infiltrationsgrade bei den zu vergleichenden Versuchsobjekten auf gleichem Anteil geöffneter Spalten beruhen, was wieder voraussetzt, daß die interzelluläre Flüssigkeitsausbreitung in beiden Fällen gleich ist.

Kann man nun annehmen, daß diese interzelluläre Flüssigkeitsausbreitung in blattrollkranken Blättern dieselbe ist wie in gesunden? Diese Frage ist durch das Experiment, das vorhin beschrieben wurde, leicht zu entscheiden. Man taucht gesunde und blattrollkranke Blättchen zur Hälfte in die Prüfflüssigkeit und beobachtet die Ausbreitung der Infiltrationsflecken über die Benetzungsgrenze hinaus, ebenso läßt man eine Flüssigkeit, die bei einem gewissen Spaltenverschluß nicht eindringt, von einem Schnitt in der Epidermis aus vordringen. Da zeigt sich nun, daß die interzelluläre Ausbreitung aller Flüssigkeiten in den Rollblättern bedeutend schwächer ist als in gesunden: Hier breitet sich auch Xylol nur etwa 1 Millimeter weit aus, Alkohol vom Schnitt aus kaum erkennbar. Ein abweichender Infiltrationsgrad z. B. mit Xylol braucht also bei rollkranken Blättern keinen anderen Spaltöffnungszustand gegenüber gesunden zu kennzeichnen. Mit anderen Worten: Die Infiltrationsbilder an gesunden und rollkranken Blättern sind nicht direkt vergleichbar. Die bisher mit Infiltrationsmethoden gewonnenen diesbezüglichen Ergebnisse werden durch diese Erkenntnis entwertet und die weitere Anwendbarkeit der Methoden an diesem Objekt in Frage gestellt. Wie groß der durch verschiedene interzelluläre Ausbreitung verursachte Fehler ist, läßt sich nicht genauer ermitteln. Ich möchte ihn nach meinen Versuchen etwa so einschätzen, daß bei gleichem Spaltöffnungszustand in rollkranken Blättern das Xylol so stark infiltriert wie in gesunden der Alkohol. Doch ist diese Schätzung viel zu unsicher, als daß man nun einfach die Xylolstufe der Rollblätter mit der Alkoholstufe der gesunden vergleichen könnte.

Läßt sich also die Infiltrationsmethode für unsere Fragestellung überhaupt nicht verwenden? Das hängt davon ab, ob sich der Ausbreitungsfehler ausschalten läßt, und das ist tatsächlich möglich. Man darf eben nicht zwischen den verschiedenen Graden der Infiltration unterscheiden, nicht die nach bestimmter Zeit infiltrierte Fläche oder die zu einem bestimmten

Infiltrationsgrad nötige Zeit als Maßstab der Spaltöffnungsweite nehmen, wie das bisher meist geschehen ist. Diese Kennziffern sind alle von der Interzellularbeschaffenheit abhängig. Hiervon unabhängig ist aber die Alternative: Eindringen oder Nichteindringen. Ob die Prüfflüssigkeit durch die Spaltöffnung eindringt oder nicht, kann nur von der Beschaffenheit der Spaltöffnungen abhängig sein, ob sie sich dann im Blattinneren mehr oder weniger stark ausbreitet, wird nicht berücksichtigt. Nun tauchen zwei Fragen auf: 1. Unterscheiden sich die Spaltöffnungen gesunder und rollkranker Blätter nur nach der Öffnungsweite, oder sind auch Unterschiede in der Benetzbarkeit der Spaltwände vorhanden; 2. Läßt sich das Eindringen ohne interzelluläre Ausbreitung erkennen. Die zweite Frage ist sicher zu verneinen. Sie ist aber hier ohne Bedeutung, weil eine gewisse Mindestausbreitung der eingedrungenen Flüssigkeit auch in Rollblättern immer stattfindet, und diese genügt zur Feststellung der stattgefundenen Infiltration. Beobachtungen unter dem Mikroskope zeigten niemals Infiltrationsstellen, die so klein gewesen wären, daß man sie nicht auch mit freiem Auge hätte erkennen können.

In bezug auf die erste Frage sind wir ganz im unklaren. Die bei gesund und krank nachweisbar verschiedene interzelluläre Flüssigkeitsausbreitung spricht vielleicht für Unterschiede in der Benetzbarkeit der Interzellularwände, Unterschiede, die sich dann auch auf die Stomatawände erstrecken könnten. Die Verschiedenheit der interzellulären Infiltration kann aber auch ganz auf morphologische Veränderungen der Interzellulären zurückzuführen sein. Jedenfalls bleibt als Fehlermöglichkeit bestehen, daß wegen verschiedener Benetzbarkeit der Spaltwände die Grenze der Spaltöffnungsweite, bis zu der noch Prüfflüssigkeit durchdringt, bei rollkranken Blättern anders liegen kann als bei gesunden. Schorn (8) hat darauf hingewiesen, daß die Benetzbarkeit auch bei derselben Pflanze Änderungen unterworfen sein kann, und daß sie bei der Infiltration eine wichtige Rolle spielt. Die Verwendung verschiedener Prüfflüssigkeiten mit ungleicher Benetzungsfähigkeit wirkt dieser Fehlermöglichkeit in gewissem Grade entgegen.

Zusammenfassend kann man feststellen: Bei entsprechender Öffnung der Stomata bilden sich im gesunden und rollkranken Kartoffelblatt nach Benetzung mit einer geeigneten Flüssigkeit sichtbare Infiltrationsflecken. Im gesunden werden diese Flecken durch eine stärkere interzelluläre Flüssigkeitsausbreitung größer als

im kranken Blatt. Man kann daher nicht die Größen der infiltrierten Flächen vergleichen und die bisher ausgeführten Arbeiten, die das tun, sind fehlerhaft. Wenn man nur zwischen nicht infiltriertem und infiltriertem Blatt unterscheidet, ohne die Ausdehnung der infiltrierten Flächen zu berücksichtigen, vermeidet man diese Fehlerquelle. Nie werden die Infiltrationsstellen im Rollblatt so klein, daß sie übersehen werden könnten. Es ist möglich, daß Unterschiede in der Benetzungsfähigkeit der Spaltwände die Ursache für das Zustandekommen oder Nichtzustandekommen der Infiltration sind, obwohl wir keinen Hinweis auf eine solche Fehlerquelle finden konnten.

Man wird es nun als Nachteil dieser abgeänderten Auswertungsart der Infiltrationsmethode empfinden, daß die sonst vorhandene Abstufungsmöglichkeit der Infiltration und danach der Spaltweite hier wegfällt. Während man sonst zwei Blätter im Spaltöffnungsgrad unterscheiden konnte, wenn das eine z. B. zur Hälfte, das andere ganz infiltriert war, fallen nach der von mir angewandten Beurteilung beide Blätter in dieselbe Gruppe: infiltriert, sind also nicht unterscheidbar. Es gibt aber zwei Mittel, auch hier eine beliebig reich unterteilte Skala zu schaffen. Das erste ist die Anwendung einer fein abgestuften Reihe von Flüssigkeiten verschiedener Infiltrationsfähigkeit. Da wird man dann für jeden bedeutenderen Spaltöffnungsunterschied eine passende Flüssigkeit finden, die im einen Fall infiltriert, im anderen nicht infiltriert. Diese Flüssigkeitsabstimmung findet allerdings bald ihre Grenzen in der Umständlichkeit des Verfahrens. Mehr als vier bis sechs verschiedene Substanzen zu verwenden, ist nicht mehr praktisch. Dietrich (4) benutzte eine Reihe von zehn Flüssigkeiten. Schorn (a. a. O.) eine solche von elf, die meisten anderen Autoren aber viel weniger. Die zweite Möglichkeit einer Abstufung, und zwar einer auch in Zahlen ausdrückbaren ergibt sich aus der ohnehin notwendigen großen Zahl der an jeder Pflanze untersuchten Blattfiedern. Die einzelnen Blätter einer Kartoffelstaude und von diesen wieder die einzelnen Fiedern reagieren ganz ungleich. Die größten Unterschiede der Infiltration kommen gleichzeitig nebeneinander vor. Diese Unterschiede folgen gewissen Regeln, wobei aber Ausnahmen häufig sind. Alte Blätter infiltrieren weniger als junge [Burgerstein (2)], die großen Fiedern mehr als die kleinen Zwischenfiedern, Insertionshöhe und Stellung des Blattes, Beschattung usw. sind von Einfluß. Wenn man also nicht eine größere Anzahl von Blattfiedern prüft, bekommt man ein

ganz zufälliges Ergebnis. Wie groß die Zahl der Infiltrationsproben an einer Pflanze sein muß, hängt natürlich von der gewünschten Genauigkeit des Ergebnisses ab. Man kann sie dann herabsetzen, wenn man versucht, möglichst gleichartige Fiedern zu vergleichen, also von jeder Pflanze die gleiche Anzahl große, kleine, alte, junge usw. nimmt. Hat man nun eine, sei es auch kleine Zahl von Fiedern untersucht, so wird man sehr selten alle als nichtinfiltriert oder alle als infiltriert beurteilen, meist gehört ein Teil zu einer Gruppe, der Rest zur anderen. Besonders dann, wenn man die Ergebnisse von mehreren Pflanzen zusammenzieht, wird das Verhältnis nicht-infiltriert:infiltriert ein endliches, in Zahlen ausdrückbares sein. So kann schon mit einer Prüfflüssigkeit der „Spaltöffnungszustand“ einer Pflanze in allen Graden von „alle n untersuchten Blätter infiltrierbar“ bis „alle n untersuchten Blätter nicht infiltrierbar“ festgestellt werden. Wendet man gleichzeitig mehrere Flüssigkeiten an, so wird jeder nennenswerte Unterschied im Zustand zweier Pflanzen in geänderten Zahlenverhältnissen zum Ausdruck kommen.

Zuletzt muß hier noch einmal auf die Seite 132 besprochene Fehlerquelle hingewiesen werden. Wir zeigten dort, daß die Infiltrationsprüfung eigentlich nur den Öffnungszustand, d. h. die Infiltrierbarkeit eines ganz kleinen Bruchteiles aller Spalten anzeigt, nämlich jener, die am weitesten geöffnet sind. Indem wir nun den Fehler der ungleichen interzellularen Ausbreitung zu vermeiden wußten, wurde zwangsweise die Zahl der Spalten, die schon „Geöffnetsein“ anzeigen kann, noch weiter verkleinert, denn als infiltriert gilt nun auch schon jedes Blatt, das nur geringen Infiltrationsgrad zeigt, bei dem also vielleicht nur jede tausendste oder zehntausendste Spalte die Fülligkeit eindringen läßt. So haben wir mit der Ausschaltung einer großen Fehlerquelle auf einer anderen Seite die Brauchbarkeit der Methode zur Aufklärung des allgemeinen durchschnittlichen Spaltöffnungszustandes verschlechtert. Man darf daher die Ergebnisse der Infiltrationsversuche (Abschnitt V) nur mit größter Vorsicht und allen Vorbehalten als Anzeichen für die Wirkung der Blattrollkrankheit auf den Spaltöffnungszustand der Blätter gelten lassen.

IV. Methodik und Auswertung der Versuche.

Methodische Schwierigkeiten bietet die Infiltrationsprobe nicht. Hilfsmittel und Apparate sind keine notwendig, nur die Fläschchen mit den Prüfflüssigkeiten und Schreibgerät zum Protokollieren der

Versuchsergebnisse sind mitzunehmen, wenn man auf dem Versuchsfeld draußen arbeitet. Am besten arbeitet man zu zweit, einer macht die Proben und diktiert dem anderen die Ergebnisse, die in einer Liste eingetragen werden, auf der auch Angaben über Sorte und Gesundheitszustand der Pflanzen, über Wetter und Bodenbeschaffenheit notiert werden. Man kann auf diese Art 200 bis 300 Blättchen in einer Stunde untersuchen.

Ich handhabte die Infiltrationsprobe in folgender Weise: In einem Feldbestand wurden drei gesunde und drei blattrollkranke Pflanzen ausgesucht, deren Standort man sich mit Stäben markieren kann. Vor der ersten Pflanze öffnete ich das Gläschen mit der am leichtesten eindringenden Flüssigkeit (siehe unten S. 143). Die Gläschen waren zylindrisch, ca. 8 cm hoch und 3 cm weit, zur Hälfte mit der Flüssigkeit gefüllt. Eine Reserve zum Nachfüllen darf man nicht vergessen! Nun wurde ein Blattfiederchen der Pflanze abgerissen, das Gläschen so weit geneigt, daß die Flüssigkeit bis zum Rand ging und das Blättchen mit zwei Fingern in die flach austreichende Flüssigkeit geschoben. Soweit, daß etwa die vorderen zwei Drittel der Blattunterseite benetzt wurden. Die Blattoberseite blieb mit Ausnahme der Spitze unbenetzt. Da die Blattoberseite nur etwa ein Zehntel der Spaltöffnungszahl der Unterseite hat, spielt sie bei der stomatären Transpiration keine wesentliche Rolle. Eine Prüfung der Oberseite fand schon deshalb nicht statt, weil sie an Rollblättern technisch kaum durchführbar ist. Das flache Einschieben in das Gläschen geschah langsam — es dauerte ca. 2 Sekunden —, weil sich auch die Benetzungsgrenze nur langsam verschieben soll. Das ist wichtig, damit die Interzellularluft vor der eindringenden Flüssigkeit entweichen kann [Stålfelt (10)]. Das Blättchen wurde nun sofort wieder herausgezogen, das Infiltrationsbild 2 Sekunden lang genau beobachtet und die Beurteilung zum Eintragen diktiert. Zwischen Abreißen des Blättchens, Eintauchen und Beurteilen verging jedesmal dieselbe Zeit, im ganzen etwa 10 Sekunden. Es ist selbstverständlich, daß man jede Verletzung der zu untersuchenden Blattfläche sorgfältig vermeiden muß. Da ich nur die vorderen zwei Drittel der Fiedern zur Infiltration verwendete, konnte das basale Drittel beim Abreißen und Eintauchen zum Anfassen dienen.

Ich wählte diese Methode des Eintauchens in die Flüssigkeit, weil sich zeigte, daß man auf diese Weise gleichmäßiger arbeiten kann als mit dem sonst meist üblichen Auftropfen. Die ungleiche In-

filtrierbarkeit der verschiedenen Fiederteile — die Spitze und die Ränder werden am leichtesten infiltriert — machte es notwendig, daß man bei allen Fiedern die gleichen Stellen benetzt. Das wird beim Eintauchen erreicht, läßt sich aber mit Auftropfen nur schwer genau einhalten. Vor allem breitet sich die aufgetropfte Flüssigkeit auf Rollblättchen anders aus als auf flach liegenden gesunden. Auch ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Benetzung und damit die Bedingung für die Interzellularluftverdrängung beim stetigen Einführen in die Flüssigkeit gleichmäßiger als bei der Ausbreitung von Tropfen.

Man achte beim Arbeiten darauf, daß man die Versuchspflanze nicht beschattet. Ich konnte einmal während des Versuches fortschreitenden Spaltenverschluß beobachten, der wieder zurückging, als ich der Pflanze meinen Schatten nahm. In gleicher Weise, wie die Untersuchung des ersten Fiederchens beschrieben wurde, wurden dann mit derselben Flüssigkeit noch neun weitere der gleichen Pflanze geprüft. Die schon erwähnte Ungleichheit der Blätter und Blattfiedern einer Pflanze macht es notwendig, bei der Auswahl der Fiedern immer gleich vorzugehen. Ich hielt folgendes Schema ein. Von einem jungen, aber schon annähernd ausgewachsenen Blatte das unpaare Endfiederchen (1.), ein mittleres Fiederchen (2.) und eins der kleinen basalen (3.), von einem älteren Blatte mittlerer Insertionshöhe dieselben drei Fiedern (4., 5., 6.) und von einem Blatt nahe der Basis der Pflanze wieder dieselben (7., 8., 9.), zuletzt noch ein ganz junges Blatt, ca. 3 bis 4 cm lang, von einem Seitensproß erster Ordnung im ganzen, d. h. die Fiedern nicht einzeln beurteilt (10.). Sind die zehn Proben mit der ersten Flüssigkeit fertig, so kommt die im Eindringevermögen nächste Flüssigkeit an die Reihe, dann die dritte und die vierte. Im ganzen werden also von jeder Pflanze 40 Blattfiedern geprüft. Nur wenn schon ein früheres Glied der Flüssigkeitsreihe in keinem Fall eindrang, wurden die folgenden, von denen dann ein Eindringen noch weniger zu erwarten war, bisweilen ausfallen gelassen.

War die erste untersuchte Pflanze eine gesunde, so wurde als zweite eine blattrollkranke genommen, dann wieder eine gesunde usw. Fängt man bei einer Versuchsreihe mit einer gesunden Pflanze an, so bei der nächsten mit einer kranken. Wenn sich das Wetter sehr schnell ändert, etwa Regenschauer und Sonnenschein ständig abwechseln, so unterläßt man besser die Messungen, um Fehler durch die zeitlich von Pflanze zu Pflanze geänderten Außenbedingungen

sicher zu vermeiden. Daß auch bei eindeutig blattrollkranken Pflanzen nicht alle Blätter gleich stark gerollt sind, wurde bei dieser Arbeit nicht berücksichtigt, d. h. die Durchschnittswerte wurden aus stärker und schwächer gerollten Blattfiedern gebildet, wobei nach Möglichkeit ausgeprägte Rollblättchen bevorzugt wurden. Wenn ich im folgenden vom „rollkranken Blatt“ spreche, meine ich also allgemein die Blätter, oder den Durchschnitt der Blätter, von schwer blattrollkranken Pflanzen, ohne damit sagen zu wollen, daß jedes untersuchte Fiederchen alle Rollsymptome im stärksten Maße zeigte.

Was bei der ganzen Methodik die meiste Überlegung forderte, war die Auswahl der Prüfflüssigkeiten. Ich hielt mich da an die bisher schon erprobten Reihen. Bei diesen kann man die am schwersten eindringenden Flüssigkeiten bei Versuchen unter natürlichen Standortsverhältnissen ausscheiden, denn schon Alkohol (96 %) dringt nur ausnahmsweise bei allen Blättchen ein. Bei den leicht eindringenden Flüssigkeiten sollte man bis zum Petroläther gehen, der auch noch nicht immer infiltriert. Leider sind aber diese leicht infiltrierenden Stoffe sehr flüchtig und schwer im Blatt zu erkennen. Ich bekam mit Petroläther meist ganz undeutliche Infiltrationsbilder, besonders bei Rollblättern. Selbst Infiltration mit Xylol ist im rollkranken Blatt nicht immer ganz sicher zu erkennen, wenn man darin keine Übung oder schlechtes Licht hat. Isobutylalkohol soll nach Schorn (8) leicht eindringen und doch gut sichtbar sein. Auch könnte man Färbung der Flüssigkeiten versuchen. Ich konnte aber bei meinen Versuchen doch auf die Substanzen, die leichter als Xylol eindringen, verzichten, denn in einige Fiedern drang auch Xylol immer noch ein. Eine vielgliedrige Flüssigkeitsreihe zu verwenden, schien mir zu zeitraubend, wenn ich möglichst viele Vergleichspflanzen unter gleichen Bedingungen — die sich ja mit der Tageszeit schnell ändern — messen wollte. Vor allem findet man an manchen Kartoffelpflanzen geeignete Fiedern nicht in genügend großer Zahl. Mit jeder Flüssigkeit zehn Fiederblättchen zu unterscheiden ist sicher die Mindestzahl, denn schon mit diesen zehn Stück kann man den Durchschnittszustand der Pflanze nur ungenau erfassen. Es gelingt aber in vielen Fällen nicht, etwa zehn mal zehn nach oben erwähntem Schema ausgesuchte Blattfiedern an einer schwachen Pflanze zu finden. Ich beschloß nach einigen Vorversuchen, mit vier Flüssigkeiten zu arbeiten. Als leichtest eindringende wählte ich Xylol, als schwerst eindringende Alkohol. Dazwischen nach der Reihenfolge von Dietrich (4), jede zweite Stufe überspringend, Terpentin

und eine Mischung von drei Teilen Terpentin und einem Teil Rizinusöl. Es zeigte sich nun bald, daß eine regelmäßige Abnahme in der Reihe Xylol — Terpentin — Terpentin + Rizinusöl — Alkohol nicht gegeben war. Xylol und Terpentin wechselten nämlich in ihrer Stellung in der Reihe ab oder waren ganz gleichwertig. Ich behielt aber doch beide Flüssigkeiten für alle Versuche bei, weil ich sehen wollte, ob diese wechselnde Reihenfolge in Beziehung zu irgendeinem Faktor gebracht werden kann. Offenbar spielen da Löslichkeitsverhältnisse und Benetzbarkeit eine Rolle.

Wegen der Frage der Benetzbarkeit scheint mir auch die Verwendung der von Schorn (a. a. O.) angegebenen Mischungsreihe Glykol - Isobutylalkohol nicht ratsam. In dieser Reihe sind die Benetzungs- und Löslichkeitsverhältnisse nicht so ungleich und sprunghaft von einer Flüssigkeit zur andern wechselnd, wie in anderen Reihen. Das war ja auch der Hauptzweck der Schaffung dieser Reihe. Täuschen aber einmal Unterschiede in der Benetzbarkeit der Schließzellen oder Interzellularen Öffnungsunterschiede der Stomata vor, so wird man diesen Fehler eher entdecken, wenn Flüssigkeiten verwendet werden, die ganz verschieden auf die Benetzbarkeitsverhältnisse reagieren.

Jede Versuchsserie umfaßte sechs Pflanzen einer Sorte, die innerhalb einer Stunde gemessen wurden. Drei Pflanzen waren gesund — soweit man das nach ihrem Aussehen beurteilen konnte —, drei waren schwer blattrollkrank. Gewisse Sorten, die keine deutlichen Blattrollsymptome ausbilden, kamen dadurch für diese Versuche nicht in Betracht. Bei den geeigneten Sorten fand ich im Bestand unserer Versuchsfelder in Berlin-Marienfelde, wo neben Hochzuchtsaatgut auch die bekannt stark erkrankten Dahlemer Passagen angebaut wurden, stets die erforderliche Zahl offenbar gesunder und sicher kranker Pflanzen. Ein Teil der Messungen wurde auf den Dahlemer Versuchsfeldern gemacht, allerdings war dies nur im Frühsommer möglich, bevor alle — auch die Hochzuchtpflanzen — die ersten Symptome neuer Infektion zeigten.

Da von jeder Pflanze je zehn Fiedern für jede Flüssigkeit gebraucht wurden, umfaßte die ganze Versuchsserie 240 Einzelmessungen, 30 gesunde und 30 kranke Fiedern für jede der vier Prüfflüssigkeiten. Aus den 30 zusammengehörigen Messungen wurde dann nach den in Abschnitt 3 dargelegten Grundsätzen der Infiltrationsgrad berechnet. Nehmen wir als Beispiel an, daß in einer Versuchsserie die Prüfflüssigkeit Xylol in 27 von den 30 gesunden

und in 18 von den 30 kranken Fiedern eingedrungen war. Dann können wir als Maßzahl der Infiltration für die gesunden Pflanzen den Quotienten $\frac{27}{30} = 0.9$, für die kranken Pflanzen $\frac{18}{30} = 0.6$ angeben. Oder man drückt den Infiltrationsgrad in Prozenten aus und sagt, 90 % der Fiedern der gesunden und 60 % der Fiedern der kranken Pflanzen waren infiltriert. Ich halte die Verwendung von Prozentzahlen für deutlicher, auch verleitet sie weniger zu einem Fehler, vor dem man sich hüten muß, nämlich eine direkte Proportionalität zwischen Spaltöffnungsweite und der Infiltrationszahl anzunehmen. Nichts berechtigt uns ja zum Schlusse, daß bei „60 % infiltriert“ die Spalten doppelt so weit geöffnet sind als bei „30 % infiltriert“.

So wurden also die Infiltrationsgrade für die gesunden und rollkranken Pflanzen jeder Versuchsserie ausgerechnet. Je vier Zahlen, nämlich eine für jede Flüssigkeit. Diese vier Zahlen in der Reihenfolge nach dem Infiltrationsvermögen der Flüssigkeiten angeordnet ergaben, wie zu erwarten war, ein Absinken vom Xylol und Terpentin über Terpentin + Rizinusöl nach Alkohol. Der Unterschied zwischen gesund und krank war immer ganz deutlich. Auch unterschieden sich die bei trockenem Wetter erzielten Zahlen klar von den bei feuchtem Wetter sich ergebenden. Noch übersichtlicher wurden die Verhältnisse aber durch graphische Darstellungen. Das Ergebnis einer Versuchsserie sieht dann so aus:

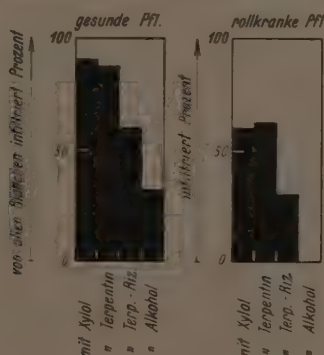


Abb. 2. Graphische Darstellung eines Infiltrationsversuches. Vier Säulen geben den Grad der Infiltration mit den vier verwendeten Flüssigkeiten an. Die Höhe der Säulen zeigt, wieviel Prozent der untersuchten Blättchen durch die betreffende Flüssigkeit infiltriert wurden. Linkes Bild Ergebnis von drei gesunden Pflanzen, rechtes Bild Ergebnis von drei blattrollkranken Pflanzen derselben Sorte.

Wie über die einzelne Versuchsserie wurden auch die größeren Durchschnitte berechnet und dargestellt. Irgendwelche Art von Fehlerberechnung hat hier wenig Zweck, da die hauptsächlichsten Fehler außerhalb der Berechnung liegen und nicht einmal abschätzbar sind. Mehr als ganz grobe allgemeine Ergebnisse darf man von der Methode ja ohnedies nicht erwarten.

V. Die Ergebnisse der Infiltrationsversuche.

Untersucht wurden 18 verschiedene Kartoffelsorten. Darunter frühe und späte, im ökologischen Verhalten, morphologisch und in der Abbauanfälligkeit ganz ungleiche Typen. Alle 18 Sorten zeigten im wesentlichen bei gleichen Außenbedingungen dieselben Infiltrationsgrade. Alle Sorten zeigten bei Trockenheit geringere Infiltration als bei hoher Boden- und Luftfeuchtigkeit. Die Wirkung der Feuchtigkeitsverhältnisse bei drei Versuchen mit der Sorte Rosafolia zeigt Abbildung 5. Die Abhängigkeit der Infiltration von Außenbedingungen, deren Wirkung auf die Spaltöffnungsweite bekannt ist, spricht immerhin dafür, daß trotz aller Bedenken der Infiltrationsgrad ein Indikator der Öffnungsweite ist. Die Einflüsse der einzelnen Faktoren des Wetters wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Lichtintensität usw. wurden nicht genauer untersucht, vermutlich verhält sich diesbezüglich die gesunde und die kranke Kartoffelpflanze prinzipiell nicht anders als andere Pflanzen. Feldversuche bei Dunkelheit ergaben, wie erwartet, ganz geringe Infiltration, so geringe, daß sie mit den sonst verwendeten Flüssigkeiten überhaupt nicht meßbar war. Um die Unterschiede zwischen gesund und krank im Dunkeln herauszubekommen, mußten Pflanzen abgeschnitten und in Wasser stehend untersucht werden.

Das Verhältnis der Infiltrationsfähigkeit der vier Flüssigkeiten blieb im allgemeinen gleich, oder zeigte doch keine erkennbare Abhängigkeit von einem veränderlichen Faktor. Insbesondere wurde das Verhältnis Xylol/Terpentin diesbezüglich beobachtet; es konnte aber keine Regelmäßigkeit gefunden werden, manchmal drang Xylol leichter ein, manchmal Terpentin. Die Ursache dieses Wechsels war nicht festzustellen. Meist liegen die Unterschiede innerhalb der Fehlergrenzen, sind also vielleicht nur zufällige und das Eindringevermögen beider Flüssigkeiten ist annähernd gleich.

Den Unterschied in der Infiltration gesunder und rollkranker Blätter, der im wesentlichen bei allen untersuchten Sorten gleich

groß war, finden wir am besten in der graphischen Darstellung des Durchschnitts aller Versuche ausgedrückt.

Diese Mittelwerte sind aus 25 Versuchsserien gebildet, jeder Wert beruht daher auf den Messungsergebnissen von 750 Blättchen.

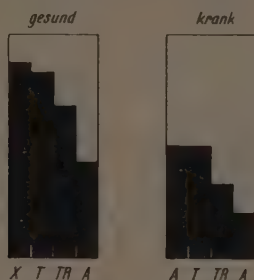


Abb. 3. Durchschnittsergebnisse aus allen Versuchen.

(Erklärung der Darstellung siehe Abbildung 2.)

Werden bei gesunden Pflanzen 87 % der Blättchen durch Xylol infiltriert, 83 % durch Terpentin, 67 % durch Terpentin + Rizinus und 43 % durch Alkohol, so sind bei den blattrollkranken Pflanzen die entsprechenden Zahlen 50 %, 50 %, 33 % und 20 %, also immer um rund ein Drittel kleiner. Die Infiltration der Blätter von rollkranken Stauden ist also etwa ein Drittel schwächer als die der Blätter gesunder Stauden, d. h. — mit allen Vorbehalten, die bei der Kritik der Methode gemacht werden mußten — die Spaltöffnungen der Rollblätter sind stärker verschlossen, als die von gesunden Blättern. Wieviel stärker sie verschlossen sind, ist nicht zu ermitteln. Vielleicht kann man aus Abbildung 4 schließen, daß der Öffnungsunterschied zwischen gesund und krank ungefähr so groß sein muß, wie der bei gesunden Pflanzen zwischen feuchtem und trockenem Wetter. Dann hätte man einen Vergleichsmaßstab, nach dem man urteilen kann, daß diese Spaltöffnungsunterschiede doch recht bedeutend sind. Nach den in Abschnitt III gezeigten Überlegungen ist aber sehr fraglich, ob man Unterschiede zwischen ungleichartigen Blättern so beurteilen kann wie solche zwischen gleichartigen.

Die Ergebnisse von Neger, Thung, Merckenschlager und Müller können also auch nach der von mir angewandten Auswertungsart, die einen in jenen Arbeiten gemachten Fehler vermeidet, bestätigt werden. Die Feststellung des stärkeren Spaltenverschlusses rollkranker Blätter kann noch dahin erweitert werden, daß sich

diese Erscheinung bei 18 untersuchten Sorten, also wohl auch bei allen anderen, bei nassem und trockenem Wetter, bei Licht und bei Dunkelheit (Abb. 6) in annähernd gleicher Weise zeigt.

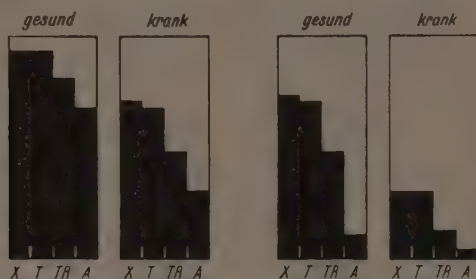


Abb. 4. Links Durchschnittsergebnis aus allen bei vorwiegend feuchtem Wetter angestellten Versuchen; rechts Durchschnittsergebnis aus allen bei vorwiegend trockenem Wetter angestellten Versuchen.

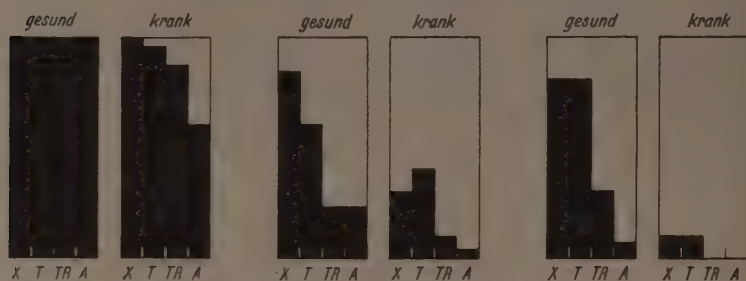


Abb. 5. Sorte *Rosafolia*: links Infiltration bei feuchtem Boden und feuchter Luft, in der Mitte bei feuchtem Boden und trockener Luft, rechts bei trockenem Boden und feuchter Luft.

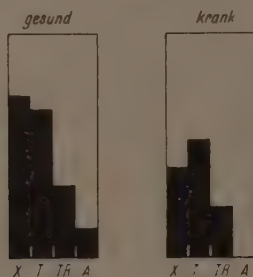


Abb. 6. Infiltration im Dunkeln. Sprosse abgeschnitten im Wasser stehend. Durchschnitt aus Sorten.

Aus der Erscheinung, daß der stärkere Spaltöffnungsverschluß der Rollblätter bei ungünstigen Transpirationsbedingungen mindestens gleich stark hervortritt wie bei günstigen, ergibt sich, daß die Regulationsbewegungen der Spalten im Rollblatt ganz so wie im gesunden funktionieren. In einem gewissen Widerspruch zu dieser Beobachtung steht jene von Merckenschlager, daß nach längerer Zeit abgeschnittene Rollblätter stärker transpirieren als gesunde.

Eine Tabelle mit den Ergebnissen von je neun Versuchsserien bei trockenem und feuchtem Wetter soll die Art der Variation der einzelnen Versuche zeigen.

Tabelle.

Die Zahlen geben den Anteil infiltrierter Blätter in Prozenten.

	gesund				krank			
	Xyl.	Terp.	T.-R.	Alk.	Xyl.	Terp.	T.-R.	Alk.

A. Bei trockenem Wetter

Sorte: Altgold . . .	90	90	60	3	7	0	0	0
Ackersegen . . .	67	63	43	27	20	23	10	23
Centifolia . . .	47	40	7	0	10	17	0	0
Erdgold . . .	57	57	7	7	3	10	0	0
Industrie . . .	90	93	63	3	57	57	33	13
Rosafolia . . .	80	80	30	7	10	10	0	0
Sickingen . . .	97	97	80	3	40	40	23	10
Starkereiche . . .	97	100	87	40	53	67	37	3
Voran . . .	73	80	70	3	43	47	20	0

B. Bei feuchtem Wetter

Sorte: Aal.	100	100	87	40	70	50	50	7
Erstling.	100	100	100	93	83	83	50	47
Flava.	100	97	97	100	83	80	50	30
Frühgold	100	100	80	47	83	83	40	27
Goldgelbe	100	97	80	43	37	47	20	13
Jubel	77	90	57	27	43	53	17	0
Juli	100	100	100	97	90	77	60	47
Parnassia	63	50	13	0	30	40	10	3
Preußen	100	100	97	90	90	83	60	40

VI. Diskussion der Ergebnisse.

Der Wert der gezeigten Ergebnisse ist durch die schon besprochenen (Abschnitt III) großen und teilweise nicht zu überwindenden Mängel der Methode außerordentlich eingeschränkt. Ich glaube aber doch, daß man wenigstens mit sehr großer Wahrscheinlichkeit den stärkeren Spaltenverschluß des rollkranken Blattes als bewiesen ansehen kann. Dafür sprechen ja auch die auf andere Weise gewonnenen Resultate, so die der Gasdiffusionsmethode von Merckenschlager und die mikroskopischen von Neger. Zwar wurden mit beiden Methoden von diesen Autoren nur einige Stichproben gemacht - auch ist ihre Brauchbarkeit wegen anderer Fehlermöglichkeiten für unsere Zwecke fraglich (siehe S. 131) — aber sie sind zur Bestätigung der vorliegenden Arbeit dadurch bedeutungsvoll, daß sie gerade die hier auftretenden Fehler teilweise oder ganz vermeiden. Bei der Gasdiffusion spielt die Benetzbarkeit keine Rolle, bei der mikroskopischen Betrachtung der Spalten fallen alle Fehlerquellen der Infiltrationsmethode fort.

Ist die Tatsache des stärkeren Spaltöffnungsverschlusses rollkranker Blätter ziemlich gesichert, so können wir über die Ursache dieser Erscheinung nur Vermutungen äußern.

Merckenschlager (a. a. O.) schreibt zwar: „Wir können uns somit über die Ursachen, die zum Spaltenverschluß führen, ziemlich klare Vorstellungen machen ...“, gibt aber tatsächlich im vorhergehenden keine Erklärung dieser Ursachen. Zu seiner Beobachtung, daß rollkranke Blätter zunächst weniger Wasser abgeben als gesunde (bezogen auf gleiches Frischgewicht), bei zunehmendem Welken aber häufig bedeutend mehr, bemerkt er: „Die rollkranken Blätter haben ihre regulatorischen Möglichkeiten bereits vorher beansprucht, so daß ihre Wasserverluste nach einiger Zeit größer werden als die Verluste gesunder.“ Diese Behauptung bringt aber nichts als zwei unbeantwortete Fragen. Warum mußten die Rollblätter ihre regulatorischen Möglichkeiten bereits vorher beanspruchen und warum werden dann ihre Wasserverluste bei weiterem Welken nicht nur gleich groß, sondern größer als die gesunder Blätter? Im übrigen zitiert er Iljin (5), der fand, daß starkes Welken nicht oder schwer rückgängig zu machende Schädigungen des Spaltöffnungsapparates mit pathologischem Stärkezerfall ohne Erzeugung osmotisch wirksamer Substanz hervorruft. Zur Erklärung des Verhaltens rollkranker Blätter kann aber diese Erkenntnis Iljins kaum beitragen,

denn die kranken Blätter sind weder eher welk als gesunde noch zeigen sie den erwähnten pathologischen Stärkezerfall. Merckenschlager schreibt dann auch: „Ganz und gar unklar bleibt indessen in seinen ursächlichen Zusammenhängen der Befund, daß wirklich rollkranke Blätter unter einem hohen Druck stehen bleiben und für die Flächeneinheit bedeutend mehr Wasser berechnen lassen als gesunde.“ Den Erklärungsversuch in Merckenschlagers Arbeit finden wir in einem Zitat nach Neger (23): „Hier waren die Schließzellen stets mehr oder weniger stärkereich und dementsprechend weniger weit geöffnet ...“

Bei Neger findet man zu dem Passus „stärkereich und dementsprechend weniger weit geöffnet“ folgende Begründung: „Nach den Beobachtungen von Iljin (1914) müssen die Spaltöffnungen bei weitester Öffnung stärkefrei sein, indem eben die Stärke in Zucker umgewandelt und dadurch der osmotische Druck der Schließzellen aufs höchste gesteigert wird. Dieser Zustand war an gesunden Blättern bei weitgehender Öffnung (Infiltration durch Paraffinum liquidum) nachweisbar, nie aber bei rollkranken Blättern.“ Was nie bei rollkranken Blättern nachweisbar war, ist, wie aus dem Hauptteil der Arbeit hervorgeht, die Stärkefreiheit. Das Wesentliche ist aber für die Öffnung der Stomata nicht das Fehlen der Stärke, sondern das Vorhandensein des osmotisch wirkenden Zuckers, in den sie umgewandelt wurde. Und die stärkereichen Zellen sollen gerade im Rollblatt einen abnormalen Zuckergehalt zeigen: „Die rollkranken Blätter enthalten vielmehr Diastase als gesunde. Daß gleichwohl die Stärke nicht gelöst wird, hat vermutlich seinen Grund in der Anhäufung von Spaltungsprodukten (Zucker) der Stärke, wodurch das amylolytische Enzym inaktiviert wird.“ Damit widerlegt Neger selbst seine Erklärungsweise und wir müssen versuchen, ob in dem vorhandenen Tatsachenmaterial vielleicht eine andere Ursache für diese Erscheinung zu finden ist.

Ich möchte hier auf die Ergebnisse Stälfelts (11) über den Mechanismus der stomatären Bewegungen hinweisen.

Iljin (a. a. O.) wies darauf hin, daß „die Regulierfähigkeit der Spaltöffnungen nicht nur durch die Höhe ihres osmotischen Wertes, sondern in der Hauptsache durch die Beziehung des Turgors der Schließzellen zu den benachbarten Epidermiszellen“ hervorgerufen wird, und fand, daß „die Zellsaftkonzentration in der Epidermis drei oder sogar viermal schwächer ist als in den Spaltöffnungen, wenn die letzteren geöffnet waren ...“ Stälfelt entwickelt aus

ähnlichen Überlegungen und vielseitigen Versuchen ein System der Regulationsbewegungen der Stomata. Neben dem „photoaktiven System“, das die Reaktionen des Öffnungsmechanismus auf Lichtreize umfaßt, unterscheidet er ein „hydroaktives“ und ein „passives“ System. Die hydroaktiven Reaktionen beruhen auf Turgoränderungen der Schließzellen (die nach Iljin und anderen auf Stärkebildung bzw. -auflösung zurückgehen), die passiven Reaktionen auf Turgoränderungen der Epidermiszellen, „während die Schließzellen sich passiv verhalten.“

Überlegt man nun, auf welche Art der stärkere Spaltenverschluß rollkranker Blätter zu erklären ist, so findet man aus den bekannten Tatsachen keinen Grund zur Annahme, daß das „photoaktive System“ gestört sein könnte. Auch eine Änderung des „hydroaktiven Systems“ im Sinne eines Spaltenverschlusses = Turgorverminderung = Verlust osmotisch wirksamer Substanz in den Schließzellen (Iljin) ist nicht mit den Ergebnissen Negers vereinbar. Dagegen ist eine geänderte Wirkungsweise des „passiven Systems“ bei Rollblättern durchaus zu erwarten. Wenn nach Schacht (27), Neger (23), Thung (29), Schweizer (28), Barton-Wright (16) neben Stärke auch Zucker in großer Menge im rollkranken Blatte angesammelt wird, und zwar besonders die osmotisch wirksamere Glukose an Stelle der bei gesunden Pflanzen vorherrschenden Saccharose (die ja pro Gewichtseinheit nur ungefähr halb so viel Moleküle enthält), muß natürlich die Saugkraft der Gewebe und der Turgor viel höhere Werte erreichen als bei gesunden Blättern. Gleichsinnige Ergebnisse erhielten auch Ruhland und Michael (26) mit Plasmolyseversuchen. Die „passiven Reaktionen“ des Spaltöffnungsapparates, die eben vom Turgor der die Schließzellen umgebenden Gewebe veranlaßt werden, müssen darum bei kranken Blättern eine viel größere Bedeutung haben als bei gesunden, d. h. es wird ein viel kräftigerer Druck auf die Schließzellen ausgeübt und ihr Gegen-
druck leichter überwunden werden können, somit also die Spalten verschlossen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß auch der Turgor der Schließzellen bei kranken Pflanzen höher ist als sonst. Wenn Merckenschlagher fand, daß in hochkonzentrierten KNO_3 -Lösungen die Stomata rollkranker Blätter weiter geöffnet sind als die gesunder, so muß man daraus schließen, daß der osmotische Wert ihrer Schließzellen größer ist, also keine aktiven Schließbewegungen zustande kommen. Aber die (von Iljin festgestellte) große Differenz zwischen der Zellsaftkonzentration von Schließzellen und Epidermiszellen

wird bei der abnormalen Zuckerüberschwemmung nicht ganz aufrecht erhalten bleiben können — Ruhland und Michael (a. a. O.) fanden größere Permeabilität der Zellwände im Rollblatt — und während sonst das „passive System“ nur bei hoher Hydratur des Blattes eine Rolle spielt, wird bei den Rollblättern auch nach größeren Wasserverlusten der Druck auf den Schließmechanismus noch so groß sein, daß die „aktiven“ Regulationssysteme sich nicht ungehindert auswirken können. D. h., die im übrigen durch die aktiven Systeme bedingten Spaltweiten erfahren alle eine zusätzliche passive Verengung. Ob das „passive System“ bei ganz großen Wasserverlusten dann doch noch erlahmt, worauf vielleicht die S. 150 erwähnten Versuche Merckenschlagers hindeuten, wissen wir nicht, weil die experimentellen Grundlagen noch nicht vollständig vorhanden sind.

Diese Arbeit hat sich nur mit den „Spaltöffnungsweiten“ befaßt, ein sicher wichtiger Faktor für den Wasserhaushalt, aber doch nur einer unter mehreren. Aufgabe weiterer Untersuchungen wird es sein, festzustellen, wie sich die beobachteten Unterschiede in der Spaltbewegung gesunder und blattrollkranker Pflanzen auf die Transpiration auswirken, ob sie allein die bisher beobachteten Transpirationsunterschiede bedingen. Die Transpirationsverhältnisse sind dann wieder in Beziehung zu setzen zum allgemeinen Wasserhaushalt als einem wesentlichen Teil des Gesamtstoffwechsels.

VII. Zusammenfassung.

1. Es wird in dieser Arbeit versucht, die Spaltöffnungsweiten rollkranker Kartoffelblätter mit denen gesunder Blätter zu vergleichen, nachdem schon mehrere Autoren aus stichprobenartigen Versuchen auf einen stärkeren Spaltenverschluß von Rollblättern schlossen.

2. Alle Methoden, die zur Feststellung des allgemeinen Spaltöffnungszustandes zur Verfügung stehen, haben verschiedene Mängel. Vorliegende Untersuchung verwendet die Infiltrationsmethode nach Molisch, obwohl mehrere Fehlerquellen die Verläßlichkeit ihrer Ergebnisse sehr in Frage stellen.

3. Die Ergebnisse der Infiltrationsversuche sind im wesentlichen: a) Die Blätter blattrollkranker Kartoffelpflanzen werden weniger leicht infiltriert als Blätter gesunder Pflanzen unter gleichen Außenbedingungen. Soweit man daraus Rückschlüsse auf den Spaltöffnungszustand ziehen kann (s. oben), bedeutet das, daß die

Stomata des Rollblattes stärker verschlossen sind. b) Unter denselben Vorbehalten kann man aus den Versuchsergebnissen entnehmen, daß die Änderungen der Spaltweiten in Abhängigkeit von Wasserbilanz und Belichtung im Rollblatt ebenso vor sich gehen wie im gesunden Blatt. Auch Sortenunterschiede waren diesbezüglich nicht erkennbar.

4. Es wird versucht, die Ursachen des stärkeren Spaltenverschlusses blattrollkranker Blätter aufzuklären, und hierbei auf das „passive Regulationssystem“ (nach Stälfelt) hingewiesen.

Schriftenverzeichnis.

A. Zur Methodik

1. Boysen-Jensen, P., Über neue Apparate zur Messung der Kohlensäureassimilation, der Respiration, der Öffnungsweite der Spaltöffnungen und der Beleuchtungsstärke. *Planta* **6**, 1928, S. 456.
2. Burgerstein, A., Die Transpiration der Pflanzen. II. Teil, 1920.
3. Darwin, F. and Pertz, B. F. M., On a new method of estimating the aperture of stomata. *Proc. Roy. Soc. B.* **84**, 1911, S. 136.
4. Dietrich, M., Die Transpiration der Schatten- und Sonnenpflanzen in ihren Beziehungen zum Standort. *Jahrb. f. wiss. Bot.* **65**, 1925, S. 98.
5. Iljin, W. S., Über den Einfluß des Welkens der Pflanzen auf die Regulierung der Spaltöffnungen. *Jahrb. f. wiss. Bot.* **61**, 1922, S. 670.
6. Molisch, H., Das Offen- und Geschlossensein der Spaltöffnungen veranschaulicht durch eine neue Methode (Infiltrationsmethode). *Zeitschr. f. Bot.* **4**, 1912, S. 106.
7. Neger, F. W., Spaltöffnungsverschluß und künstliche Turgorsteigerung. *Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.* **30**, 1912, S. 179.
8. Schorn, M., Untersuchungen über die Verwendbarkeit der Alkoholfixierungs- und der Infiltrationsmethode zur Messung von Spaltöffnungsweiten. *Jahrb. f. wiss. Bot.* **71**, 1929, S. 783.
9. Stahl, E., Einige Versuche über Transpiration und Assimilation. *Bot. Zeitg.* 1894, S. 117.
10. Stälfelt, M. G., Neuere Methoden zur Ermittlung des Öffnungszustandes der Stomata. *Handbuch d. Biol. Arb. Meth. Abt. 11*, Heft 4, S. 167.
11. —, Die Abhängigkeit der Spaltöffnungsreaktionen von der Wasserbilanz. *Planta* **8**, 1929, S. 287.
12. Stein, E., Bemerkungen zu der Arbeit von Molisch: Das Offen- und Geschlossensein der Spaltöffnungen veranschaulicht durch eine neue Methode. *Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.* **30**, 1912, S. 66.
13. Ursprung, A., Über das Eindringen von Wasser und anderen Flüssigkeiten in Interzellularen. *Beih. z. Bot. Zentralbl.* **41**, 1935, S. 15.
14. Weber, F., Über eine einfache Methode zur Veranschaulichung des Öffnungszustandes der Spaltöffnungen. *Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.* **34**, 1916, S. 174.
15. Weber, F., Stomataöffnungszustand bestimmt mit Zellophan. *Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.* **45**, 1927, S. 534.

B. Zur Blattrollkrankheit

16. Barton-Wright, E. C. and McBain, A., Studies in the physiology of the virus disease of potato: a comparison of the carbohydrate metabolism of normal with that of leafroll potatoes. Trans. Roy. Soc. Edin. LVII, 1932, S. 309.
17. Campbell, E. C., Potatoleaf roll as affecting the carbohydrate, water, and nitrogen content of host. Phytopathology 16, 1925, S. 427.
18. Doby, G., Biochemische Untersuchungen über die Blattrollkrankheit der Kartoffel. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 21, 22, 1911/12, S. 10, 321/204, 401.
19. Dunlap, A., The total nitrogen and carbohydrates and the relative rates of respiration in virus-infected plants. Amer. J. Bot. 17, 1930, S. 348.
20. Jahnel, H., Wuchsstoffuntersuchungen an abbaukranken Kartoffeln. Phytopath. Zeitschr. 10, 1927, S. 113.
21. Merckenschlager, F., Zur Biologie der Kartoffel. II. Mitteilung. Zur Pathologie der Blattrollkrankheit. Arb. d. Biol. Reichsanst. 17, 1930, S. 345.
22. Müller, D., Die Assimilation blattrollkranker Kartoffelpflanzen. Planta 16, 1932, S. 10.
23. Neger, F., Die Blattrollkrankheit der Kartoffel. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 29, 1919, S. 27.
24. Pfankuch, E. und Lindau, G., Zur Biochemie des Kartoffelabbaues. II. Biochem. Zeitschr. 277, 1935, S. 129.
25. —, Zur Biochemie des Kartoffelabbaues. III. Biochem. Zeitschr. 279, 1935, S. 215.
26. Ruhland, W. und Michael, G., Zur Physiologie des sog. Kartoffelabbaues. Ber. Sächs. Akad. Wiss. 1936.
27. Schacht, Ber. an das Königl. Landesökonomiekollegium über die Kartoffelpflanze und ihre Krankheiten. 1854.
28. Schweizer, G., Ein Beitrag zur Ätiologie und Therapie der Blattrollkrankheit bei der Kartoffel. Phytopath. Zeitschr. 2, 1930.
29. Thung, Th., Physiologisch onderzoek met betrekking tot het virus der bladrolziekte van de aardappelplant. Tijdschr. o. plantenziekten 33, 1928, S. 1.
30. Topekah, E. F., The biochemistry of virus diseased potatoes (russisch, englische Zusammenfassung). Russ. Bullet. of Appl. Bot. Ser. III, 14, 1936.
31. Wartenberg, H., Hey, A. und Thasin, A., Untersuchungen über die Azidität des Gewebekreises der Kartoffelknolle. Die elektrometrische Pflanzgutwertbestimmung der Kartoffelknolle; II. Mitteilung. Arb. aus d. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Fortwirtschaft 21, 1935, S. 499.
32. — und —, Die elektrometrische Pflanzgutwertbestimmung der Kartoffelknolle; IV. Mitteilung. Phytopath. Zeitschr. 9, 1936, S. 531.
33. —, Über die Pufferung der Preßsäfte abbaukranker und gesunder Knollen der Kartoffel. Phytopath. Zeitschr. 10, 1937, S. 43.
34. Whitehead, T., The physiology of potato leaf-roll I. On the respiration of healthy and leaf-roll infected potatoes. Ann. Appl. Biol. 21, 1934, S. 48.

Entwicklungsphysiologische Untersuchungen an Getreide.

Von

Dr. G. Stelzner und **Dr. J. Hartisch**, Möncheberg.

Mit 3 Abbildungen.

Die Untersuchungen der deutschen Forscher v. Seelhorst (16), Klebs (5), Gassner (3) und der Amerikaner Garner und Allard (2) u. a. haben die Bedeutung der Temperatur und des Lichtes für den Entwicklungsablauf der Pflanzen erwiesen. Aus den Ergebnissen dieser Forschungen entwickelte Lysenko (7) seine vielbeachtete Theorie über die Entwicklungsphasen der Pflanzen. Nach ihr sind Phasen in sich abgeschlossene Entwicklungsabschnitte mit ganz bestimmten Ansprüchen an die Umwelt. Diese Ansprüche müssen restlos befriedigt sein, ehe eine Phase abgeschlossen und damit die Pflanze für die Einwirkungen einer neuen empfänglich werden kann. Darüber hinaus besteht eine festgelegte Ordnung in ihrer Aufeinanderfolge.

Über die beiden ersten der von Lysenko unterschiedenen Phasen, nämlich die Temperatur- und die Photophase, liegen sowohl von ihm selbst, wie auch von anderen Autoren, Untersuchungen vor. Aus ihnen geht hervor, daß in der Phase der Jarowisation — Rudorf (12) prägte für sie den deutschen Begriff „Phase der Keimstimmung“ — die Pflanze ein entsprechend ihrer Art und sogar Sorte nach Intensität und Dauer verschiedenes Bedürfnis an Wärme oder auch Kälte für Auslösung ihrer Bereitschaft zur Samenbildung decken können muß.

Diese selbst, d. h. die äußerlich durch Knospenbildung, Blüten und Früchten gekennzeichneten Stadien im Leben der Pflanze, zeigen in ihrem Ablauf eine wesentliche Abhängigkeit von den Lichtverhältnissen (Tageslänge, Lichtqualität und -intensität). Die Anforderungen der Pflanzen an das Licht während der Photophase sind jedoch durchaus verschieden von denen, die sie für die Assimilation stellen. Sie treten nur soweit zueinander in Beziehung, als die Assimilation die Pflanze funktionsfähig erhalten muß. Das gleiche gilt von dem Verhältnis des Lichtes zur Phase der Keimstimmung.

Diese in aller Kürze dargelegten Ansprüche der Pflanze an die Bedingungen der Umwelt sind offensichtlich von größter Bedeutung für ihren gesamten Entwicklungsrhythmus und damit für die Größe ihrer landwirtschaftlichen Nutzbarkeit.

Im folgenden berichten wir über die Ergebnisse von Untersuchungen an Getreide über deren Temperatur- und Lichtansprüche.

1. Untersuchungen über die Temperaturphase.

Die Aufteilung unserer Getreidesorten in Sommer-, Wechsel- und Winterformen bedeutet nicht eine Charakteristik der Getreide nach ihrer Winterfestigkeit, sondern ist aus der praktischen Erfahrung hervorgegangen, daß manche im Frühjahr gesäten Sorten nicht zum Schossen und Ährenschieben kommen, was sie bei Herbstaussaat ohne weiteres tun, während andere Sorten nach Frühljahrsaussaat ihre gesamte Entwicklung bis zum Ausreifen des Korns vollziehen können. Die Ursache dieser Erscheinung ist das verschieden stark ausgeprägte Temperaturbedürfnis jeder Sorte, das diese zur Beseitigung einer in der Pflanze liegenden Hemmung zur Auslösung der Reproduktionsbereitschaft hat. Die „Schoßhemmung“ wird bei Winterformen aufgehoben durch die Einwirkung niederer Temperaturen um etwa $+3^{\circ}\text{C}$ während verschieden langer Zeit auf die Jungpflanze (Keimpflanzenstimmung) oder auch auf den keimenden Samen (Keimstimmung). Sommerformen sollen ebenfalls derartige Temperaturansprüche stellen, die durch Temperaturen um $+8^{\circ}\text{C}$ befriedigt werden können.

Die Keimstimmung wurde entsprechend den russischen Angaben durchgeführt: dem Saatgut wird, um ein gleichmäßiges Quellen zu erzielen, in mehreren Anteilen etwa $\frac{1}{3}$ seines Gewichtes an Leitungswasser zugegeben. Wenn die Keimwürzelchen gerade die Samenschale durchbrechen, wird das Saatgut in einem Kühlschrank mit der für die Sorte typischen Temperatur während einer gewissen Zeit gelagert (Rudorf, Stelzner und Hartisch, 14).

Zur Prüfung der Behauptung, daß das Licht während der Phase der Keimstimmung bedeutungslos sei, wurde in den Versuchen die Keimstimmung einmal unter Dunkelheit und im anderen Falle unter Dauerbelichtung durchgeführt. Dazu wurde das vorgekeimte Saatgut im Kühlschrank bei $+3^{\circ}\text{C}$ dem Lichte einer 25kerzigen Osram-Lampe in einer Entfernung von 20 cm ausgesetzt und nach Beendigung dieser Behandlung am 5. 5. ausgelegt.

Zur Vereinfachung der Beschriftung verwenden wir bestimmte Zeichen. Unter „T“ verstehen wir die Temperaturbehandlung, unter „L“ die Lichtbehandlung, unter „t“ die Anzahl der Tage, unter „s“ die Stundenzahl, unter „c“ die Temperaturgrade in Celsius. Unter „T t 40 c 3“ ist demnach eine Temperaturbehandlung von 40 Tagen bei 3° C zu verstehen, unter „L t 40 s 10“ eine Kurztagbelichtung der Pflanze vom Aufgang ab, täglich 10 Stunden Licht 40 Tage lang, dann wieder normale Lichtverhältnisse.

Tabelle 1.

Einfluß von Licht und Dunkelheit während der Keimstimmung auf die Entwicklungsgeschwindigkeit des Weizens.

	Aussaat am	Aufgang am	Ähren- schieben am	Anzahl der Tage vom Aufgang bis zum Ähren- schieben
Salzmünder Standard				
Dunkelheit T t 40 c 3 . . .	5. 5.	10. 5.	2. 7.	53
Dauerbelichtung T t 40 c 3 .	5. 5.	10. 5.	4. 7.	55
Strubes roter Schlanstedter				
Dunkelheit T t 40 c 3 . . .	5. 5.	10. 5.	28. 6.	49
Dauerbelichtung T t 40 c 3 .	5. 5.	10. 5.	28. 6.	49
Heines Kolben				
Dunkelheit T t 40 c 3 . . .	5. 5.	10. 5.	1. 7.	52
Dauerbelichtung T t 40 c 3 .	5. 5.	10. 5.	1. 7.	52

Bei den Sorten Heines Kolben und Strubes roter Schlanstedter war die Entwicklungsgeschwindigkeit nach der Keimstimmung bei Dauerbelichtung und bei Dunkelheit gleich. Die Verzögerung von 2 Tagen bei Salzmünder Standard nach der Keimstimmung unter Dauerbelichtung liegt innerhalb der Fehlergrenze. Die Versuchsergebnisse bestätigen die Annahme, daß die Wirkung der Keimstimmung durch Dauerbelichtung nicht beeinflußt wird.

Nach russischen Angaben kann sich das Temperaturstadium auf lange Zeit erstrecken, wenn die Pflanzen von der Keimung ab oberhalb der Keimstimmungstemperatur z. B. in Warmhäusern gehalten werden. Wird Wintergetreide vor Einfluß niederer Temperaturen geschützt, so entwickeln sich die Pflanzen lange Zeit

lediglich vegetativ. Sie bilden dann große Blattmassen, und durch zahlreiche Bestockungstriebe entsteht aus einer einzigen Pflanze ein „Horst“, der vegetativ solange weiter wächst, bis durch Kälteeinwirkung die Schoßhemmung aufgehoben wird.

Nach der Phasentheorie ist das Bedürfnis nach bestimmter Temperatur unabhängig von dem Alter der Pflanzen, wie auch aus einem durchgeführten Vergleich zwischen Keimpflanzen- und Keimstimmung hervorgeht. Zur Prüfung wurden ausgekeimte Samen und Keimpflanzen nach der Ausbildung des dritten Blattes bei $+3^{\circ}\text{C}$ 40 Tage lang gestimmt. Um vergleichbare Werte zu bekommen, wurden die Aussaaten, auch die der Kontrolle, zeitlich so durchgeführt, daß nach Beendigung der Behandlung alle Versuchsserien gleichzeitig das 3-Blatt-Stadium erreichten.

Tabelle 2.

Keim- und Keimpflanzen-Stimmung von Weizensorten.

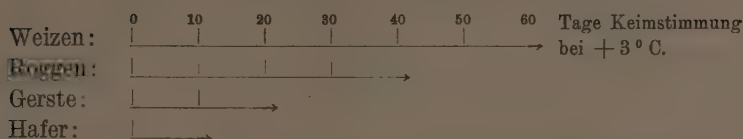
	Ährenschieben am			Beschleunigung in Tagen bei		
	normale Aus- saat	Keim- stim- mung 40 Tg. 3° C	Keim- pflz.- stim- mung 40 Tg. 3° C	Keimpflanzen- stimmung	Keim- stimmung	
				gegenüber		
				Keim- stimmung	normaler Aussaat	
Carstens V	nicht geschößt			—	—	—
Salzmünder Standard . .	—	29. 7.	29. 7.	0	—	—
Strubes rot. Schlanstedter	20. 7.	30. 6.	28. 6.	— 2	+ 22	+ 20
Lin Calel	29. 6.	22. 6.	23. 6.	+ 1	+ 6	+ 7
Heines Kolben	25. 6.	28. 6.	29. 6.	+ 1	— 4	— 3
Reward	16. 6.	17. 6.	17. 6.	0	— 1	— 1

Beim Winterweizen Carstens V hatte eine 40tägige Keimstimmung zur Auslösung des Schossens noch nicht genügt. Zwischen den Terminen des Ährenschiebens bei Keim- und Keimpflanzenstimmung sind bei einzelnen Sorten Verzögerungen aber auch Beschleunigungen der Entwicklung eingetreten. Die Unterschiede zwischen diesen Terminen sind aber sehr gering und liegen innerhalb der Fehlergrenze. Die Keimstimmung entspricht also der Keimpflanzenstimmung, gleiche Behandlungsdauer und Temperatur vorausgesetzt.

In Tabelle 2 ist außerdem der Termin des Ährenschiebens bei normaler Aussaat angegeben, so daß gleichzeitig die Wirkung der Keimstimmung überhaupt erkenntlich wird. Die beiden nicht

keimgestimmten Winterweizen kamen erwartungsgemäß bei der Aussaat im Juni und Juli nicht zum Ährenschieben. Beim Wechselweizen Strubes roter Schlanstedter lag der Termin des Ährenschiebens um 20 Tage und bei Lin Cadel um 7 Tage später als nach der Keimstimmung. Die Entwicklung der beiden Sommerweizen Heines Kolben und Reward wurde durch die gleiche Behandlung sogar verzögert. Nach den russischen Vorschriften sind Sommerformen bei 7° C bis 8° C 10 bis 15 Tage lang zu behandeln. Unsere Keimstimmungsversuche auch mit anderen Sommerformen von Weizen, Roggen, Hafer und Gerste nach diesen Vorschriften verliefen jedoch immer negativ, wie auch andere Autoren beobachteten. Die Getreideformen können hinsichtlich ihres Temperaturbedürfnisses in mehrere Typen eingeteilt werden, aus denen sich besonders 3 Gruppen herausheben. Die erste ist durch den Winterweizen Salzmünder Standard charakterisiert. Sie hat ein großes Bedürfnis nach niederen Temperaturen, das durch Keimstimmung von einer Dauer über 20 bis 60 Tage gedeckt werden kann. Hierzu gehören also vornehmlich die Wintergetreide. Zur zweiten Gruppe sind alle Formen mit geringem Kältebedarf zu rechnen, der auch bei einer zeitigen Frühljahrsaussaat unter unseren klimatischen Verhältnissen noch befriedigt werden kann. Hierzu gehören in erster Linie die Wechselgetreide, die bei Frühljahrsaussaat in der Regel zwar noch zum Ährenschieben kommen, das durch Keimstimmung noch beschleunigt werden kann. Der dritten Gruppe gehören die reinen Sommerformen an. Sie erfahren durch Behandlung mit niederen Temperaturen keine Entwicklungsbeschleunigung; sie vermögen also ihre gesamte Entwicklung unter sommerlichen Temperaturbedingungen zu durchlaufen. Hierzu gehören die in der letzten Tabelle genannten Sorten Heines Kolben und Reward, deren Schoßbeginn, wie Rudolf (12) auch beobachtete, durch Keimstimmung mit niederen Temperaturen verzögert wurde.

In ihrem Temperaturbedürfnis sind unsere vier Hauptgetreidearten deutlich unterschieden. Am stärksten ist das Kältebedürfnis der einzelnen Weizensorten, unter denen Lysenko Formen fand, die eine mehr als 60tägige Einwirkungsdauer niederer Temperaturen zur Schoßauslösung beanspruchen. Ein gleicher Vertreter unserer deutschen Kultursorten ist, wie aus Tabelle 2 hervorgeht, Carstens V. Nicht so stark ausgeprägt ist das Kältebedürfnis bei den Roggenarten und noch weniger bei den Gersten. Bei den Hafersorten ist es kaum vorhanden.



Das Kältebedürfnis ist ein typisches Merkmal jeder Sorte und kann zu ihrer Identifizierung mit Erfolg verwendet werden. (Maximov u. Pojarkova, 8; Voss, 17). Nach den neueren russischen Untersuchungen kann die Keimstimmung wenigstens bis zu einem gewissen Grade bereits auf der Mutterpflanze einsetzen. Samen der gleichen Sorten in nördlicheren Gebieten ausgereift, bedürfen nicht solange der Kälteeinwirkung wie die aus niederen Breiten (Kostjučenko und Zarubailo, 6). Für deutsche Verhältnisse dürften diese Beobachtungen keine praktische Bedeutung besitzen.

Als Beispiel für die Sortenunterscheidung nach dem Kältebedürfnis werden in Tabelle 3 die Ergebnisse eines Keimstimmungsversuches mit Wintergerste wiedergegeben.

Die Wintergerste Mahndorfer Viktoria bedarf erstaunlicherweise keiner Einwirkung niederer Temperaturen zur Beseitigung der Schoßhemmung; denn durch Keimstimmung konnte die Zeit bis zum Ährenschieben weder bei 10- noch bei 20tägiger Behandlung abgekürzt werden. Sehr ähnlich verhält sich die ihr verwandte Sorte Kalkreuther Frühe, die wenigstens einen geringen Einfluß erkennen läßt. Die übrigen vier untersuchten Sorten verhalten sich fast gleich, weder bei der normalen Aussaat, noch nach einer 10-tägigen Keimstimmung schossen sie. Erst nach 20tägiger Behandlung kommen sie, wenn auch gegenüber Mahndorfer Viktoria und Kalkreuther Frühe verspätet, zum Ährenschieben.

Bei der Feststellung des Kältebedürfnisses wird als Termin des Ährenschiebens der Tag angegeben, an dem dieses beim ersten Drittel der Versuchspflanzen eingetreten ist. Beim Bonitieren der Versuche wurde immer wieder beobachtet, daß ein oft beträchtlicher zeitlicher Unterschied zwischen Eintritt des Schossens bei der ersten bis letzten Pflanze (Kümmerlinge natürlich ausgeschlossen) eines Versuches besteht. Diese Zeit ist kürzer bei Selbstbefruchtern, als bei Fremdbefruchtern. Sie wird aber bei beiden bedeutend länger, wenn durch die Behandlung das Temperaturbedürfnis nicht ganz oder gerade befriedigt ist. Unter den Fremdbefruchtern unserer Winterformen lassen sich dabei durch Auslese der am frühesten schossenden Individuen leicht Formen mit geringem bzw. auch

starkem Temperaturbedarf finden. Dieses Verfahren läßt sich entsprechend auch bei Selbstbefruchtern anwenden.

Tabelle 3.
Entwicklungsbeschleunigung von Wintergersten-Sorten
durch Keimstimmung.

	Aufgang am	Ähren- schieben am	Anzahl der Tage vom Aufgang bis zum Ähren- schieben
Mahndorfer Viktoria			
unbehandelt	18. 6.	25. 7.	37
T t 10 c 3	15. 6.	23. 7.	38
T t 20 c 3	16. 6.	24. 7.	38
Kalkreuther Frühe			
unbehandelt	18. 6.	26. 7.	38
T t 10 c 3	15. 6.	23. 7.	38
T t 20 c 3	15. 6.	16. 7.	31
Eckendorfer Mammuth			
unbehandelt	16. 6.	—	mehr als 55
T t 10 c 3	15. 6.	—	mehr als 55
T t 20 c 3	15. 6.	9. 8.	55
Friedrichswerther Berg			
unbehandelt	18. 6.	—	mehr als 54
T t 10 c 3	15. 6.	—	mehr als 57
T t 20 c 3	16. 6.	11. 8.	56
Vogels Agaer			
unbehandelt	16. 6.	—	mehr als 55
T t 10 c 3	15. 6.	—	mehr als 56
T t 20 c 3	16. 6.	10. 8.	55
Schneiders Eckersdorfer			
unbehandelt	18. 6.	—	mehr als 60
T t 10 c 3	15. 6.	—	mehr als 60
T t 20 c 3	14. 6.	13. 8.	60

Unsere Untersuchungen über die Temperaturphase der Getreide bestätigen die Bedeutungslosigkeit des Lichtes während der Keimstimmung für den Entwicklungsablauf. Dabei bleibt unbeantwortet, ob wenigstens ein Teil des nötigen Temperaturreizes durch Kurztag ersetzt werden kann, wie Rudorf und Stelzner (15) am Winter-raps beobachteten. Nach den Feststellungen von Purvis (10) legt

Winterroggen bei hohen Keimtemperaturen die Blütenanlagen unter Kurztag rascher an als unter Langtag, wonach ähnliche Beziehungen wie beim Winterraps auch beim Getreide vorzuliegen scheinen. Zusammenfassend ist über unsere Untersuchungen, über die Temperaturphase festzustellen, daß der Kältebedarf der Getreidearten und ihrer Sorten ein für jede eigentümliches Merkmal ist. Im Gegensatz zu den russischen Angaben können durch Keimstimmung mit niedrigen Temperaturen nicht alle Sorten zur Entwicklungsbeschleunigung angeregt werden, bei manchen tritt eher eine Entwicklungsverzögerung ein. Das ist für alle typischen Sommergetreide zutreffend. Durch Anzucht bei höheren Temperaturen verzögern diese Sorten nicht ihren Entwicklungsablauf, so daß für diese Sortentypen eine Temperaturphase im Sinne Lysenkos nicht angenommen werden kann. Im Gegensatz hierzu stehen alle jene Sorten mit einem mehr oder minder starken Kältebedarf. Wurde er nicht befriedigt, so vermochten auch günstige Wachstumsbedingungen nicht den Eintritt dieser Sorten in die reproduktive Phase zu vollziehen.

2. Untersuchungen über die Photophase.

Nach der vollständigen Beseitigung der Schoßhemmung durch die Einwirkung der Temperatur auf die wachsende Jungpflanze bzw. den wachsenden Keimling wird, wie eingangs bereits erwähnt, die Pflanze empfänglich für die Wirkung des Lichtes auf den weiteren Entwicklungsablauf. Dabei ist das Wesentliche das Tag-Nacht-Längenverhältnis, d. h. die absolute Länge des Tages und die der Nacht, während der den Pflanzen Licht oder Dunkelheit geboten wird. Nach ihrem photoperiodischen Verhalten hat man die Gesamtheit der Pflanzen unterscheiden können in Langtag-, Kurztag- und tagneutrale Pflanzen. Maß dabei ist die kürzeste Zeit, die die Pflanze bis zum Blüheintritt oder einem anderen charakteristischen Entwicklungszustand — bei Getreide etwa das Schieben der Ähren — benötigt. Eine Langtagpflanze würde also bei einem über ein bestimmtes Maß verkürzten Tag selbst nach Befriedigung ihrer Temperaturansprüche ebensowenig zur Blütenbildung schreiten wie eine Kurztagpflanze unter einem entsprechend langen Tag oder gar Dauerbelichtung, obwohl gerade für sie durch die denkbar günstigen Assimilationsbedingungen alle Voraussetzungen zu einer guten Entwicklung geboten scheinen. Wie man ohne weiteres

feststellen kann, werden diese auch von der Pflanze genutzt, aber dabei kommt es lediglich zu einem vegetativen Wachstum, nicht aber zu einer Entwicklung, deren Ziel die Bildung von Samen ist.

Neben der Belichtungsdauer haben für die Entwicklung der Pflanze gewisse Bedeutung die Intensität und der Wellenbereich des Lichtes. Zur Untersuchung von Lichtdauer und -intensität wurden Versuche in den lichtarmen Monaten angesetzt. Beim Wintergetreide wurde das Saatgut vor dem Auslegen 15 und 30 Tage lang bei $+3^{\circ}\text{C}$ keimgestimmt. Vom Auflaufen der Pflanzen ab erhielten die Versuchsserien mit Ausnahme der Kontrollen vom Einbruch der Dunkelheit bis zum Hellwerden am Morgen Zusatzbelichtung. Zur Belichtung wurden Osram-Nitra-Lampen gewählt, die sich durch höheren Gehalt an kurzwelligem Strahlen gegenüber den anderen Glühbirnen auszeichnen. Die vorhandenen übermäßig starken Infrarotstrahlen wurden durch eine vorgeschaltete 6 cm hohe Wasserschicht absorbiert (Bachmann, 1). Diese Maßnahme hat sich ausgezeichnet bewährt und verhindert das vordem häufig beobachtete „Übergeilen“ der Pflanzen.

Tabelle 4.

Einfluß der Zusatzbelichtung auf die Entwicklung des Getreides.

Versuchsbeginn am 7. 2.

Sorte	Anzahl der Tage vom Aufgang bis zum Ährenschieben			
	unbe- handelt	+ 300 Lux	+ 600 Lux	+ 1200 Lux
Heines Kolben	113	67	65	66
Garnet	79	52	51	50
Strübes roter Schlanstedter (T t 15 c 3)	123	82	69	68
Petkuser Sommerroggen	85	53	50	48
Petkuser Winterroggen (T t 30 c 3)	106	68	62	64
Ackermanns Isaria	114	86	75	66
Eckendorfer Mammuth (T t 15 c 3)	127	72	67	63
v. Lochows Gelbhafer	114	48	51	47

Die Zeit bis zum Ährenschieben, das Maß für die Entwicklungsgeschwindigkeit, ist bei den Pflanzen ohne Zusatzbelichtung infolge des natürlichen Kurztages an sich verhältnismäßig lang. Durch die künstliche Verlängerung des Tages konnte sie sehr stark ab-

gekürzt werden, in einigen Fällen betrug sie sogar weniger als die Hälfte der ohne Zusatzbelichtung gewachsenen Pflanzen. Alle untersuchten Sorten sind demnach Langtagpflanzen mit einer mehr oder weniger ausgeprägten Langtagreaktion. Auffällig ist besonders die schwache Reaktion des Sommerweizens Garnet (vgl. Rudorf, 12). In bezug auf die Entwicklungsbeschleunigung sind zwischen den drei Lichtintensitäten, die mit Hilfe einer Selenzelle bestimmt wurden, nur sehr geringe Unterschiede vorhanden. Nur die beiden Gersten des Versuches und der Weizen Strubes roter Schlanstedter weisen eine Entwicklungsbeschleunigung bei erhöhten Lichtintensitäten auf. Die Pflanzen dieser drei Sorten konnten bei dem geringen natürlichen Licht nur schlecht gedeihen, so daß sie nicht mehr in voller Stärke auf die Tageslänge reagieren konnten. Die erhöhte Entwicklungsbeschleunigung bei gesteigerten Intensitäten der Zusatzbelichtung darf wahrscheinlich nicht nur auf den Reiz des Lichtes, sondern vor allem auf eine stärkere Assimilation zurückgeführt werden. Von diesen drei Sorten abgesehen, bewirken die verschiedenen Lichtintensitäten der Zusatzbelichtung für jede Sorte gleiche Entwicklungsbeschleunigung. Es konnte sich demnach bei dieser Belichtung nur ihre Dauer auswirken, nicht die Intensität. Nach den Untersuchungen von Rasumov (11) und Harder, Fabian und v. Denffer (4) liegt die den Reiz auslösende Lichtstärke noch weit unter der von uns im Versuch benutzten. Die höhere Zusatzbelichtung vermag also lediglich eine erhöhte Assimilation und damit ein kräftiges Wachstum der Pflanze hervorzurufen, ohne direkt auf den eigentlichen Entwicklungsablauf einen Einfluß auszuüben.

Da die Zusammensetzung des die Pflanzen treffenden Tageslichtes sich mit dem Stand der Sonne in den verschiedenen geographischen Breiten ändern kann, interessierte die Reaktion der Getreidepflanzen auf farbiges Licht, von dem Rasumov (11), Klebs (5) u. a. photoperiodische Reaktion auf Nichtgetreide berichten: rotes Licht soll Langtag-, blaues Kurztagwirkung besitzen.

Zur Erzeugung von orthochromatischem an infraroten Anteilen armem Licht wurden die Strahlen elektrischer Glühbirnen durch entsprechende Schottsche Glasfilter und eine 6 cm hohe Wasserschicht geschickt. Im Versuch enthielt das rote Licht Wellenlängen von $m\mu$ 600—800, das blaue von $m\mu$ 410—500. Das Licht wurde wiederum zusätzlich nachts gegeben. Sein Einfluß auf das

vegetative und reproduktive Wachstum ist aus folgenden Kurven ersichtlich. Im Versuch war die zusätzliche Belichtung mit blauem Licht energetisch mindestens ebenso hoch als bei der mit rotem Licht.

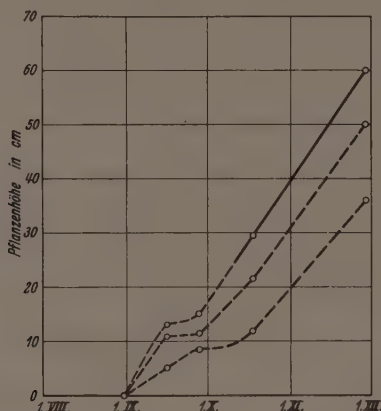


Abb. 1.

Zeitliche Abhängigkeit der Entwicklung und des Wachstums von Intensität und Wellenlänge des Lichtes, dargestellt an v. Lochovs Gelbhafer.

Zusätzliche Belichtung während der Nacht:

Untere Kurve: Dunkelheit (0 Lux); mittl. Einzelpfl.-Gewicht: 4,72 g

Mittl. „ : blaues Licht (16 Lux); „ „ „ : 6,33 g

Obere „ : rotes „ (33 Lux); „ „ „ : 3,17 g

Die gestrichelten Kurven geben die Zeit des vegetativen, die ausgezogenen die des reproduktiven Wachstums an.

In bezug auf die Entwicklungsgeschwindigkeit verhielten sich die Pflanzen der Versuchsserien unter blauem Licht und in Dunkelheit gleich; sie kamen während der Beobachtungszeit nicht zum Ährenschieben, hingegen schoben die unter rotem Licht sehr rasch Ähren und zeigten bei der Beendigung des Versuches bereits völlige Samenreife. Bei der damit einhergehenden raschen Entwicklung wurde das vegetative Wachstum sehr stark verzögert, so daß als Folge das niedrigste Einzelpflanzengewicht festgestellt werden konnte. Das blaue Licht hatte lediglich eine gewisse Steigerung der Assimilation zur Folge, die im höchsten Einzelpflanzengewicht zum Ausdruck kam. Wir können demnach auch beim Hafer die unterschiedliche Wirkung der Rot- und Blaustrahlung auf den Entwicklungslauf bestätigen.

Zur Prüfung des dauernden Einflusses ungünstiger Lichtverhältnisse auf die Pflanzen während der Photophase wurden zwei Weizensorten mit ausgeprägten Langtageigenschaften Anfang Mai in zwei Wiederholungen ins Freiland ausgesät. Der einen wurde vom Aufgang ab 20 Tage lang 10 Stunden-Tag gegeben und der zweiten Versuchsserie dauernd 12-Stunden-Tag. Die Zahl der Tage bis zum Ährenschieben war bei:

	Normaler Tageslänge (16 Std.)	20 Tage lang 10-Std.-Tag	Dauernd 12-Std.-Tag
Heines Kolben	67	78	127
Lin Calel	65	73	133

Die beiden Sorten kamen trotz dauernden 12-Stunden-Tages, wenn auch verspätet, zum Ährenschieben. Damit verhält sich das Getreide ähnlich wie Raps und Rübsen, die ebenfalls bei dauernder Kurztagbehandlung zum Blühen kamen (Rudorf u. Stelzner, 15). In der photoperiodischen Reaktion einer Sorte kommt daher weitgehend das der Entwicklung günstigste Tag-Nacht-Längenverhältnis zum Ausdruck.

3. Ertragsstruktur des Getreides in Abhängigkeit von Temperatur und Tageslänge.

Die beiden untersuchten, die Entwicklungsgeschwindigkeit bestimmenden Faktoren, Temperatur und Tageslänge, können, obgleich sie keinen direkten Einfluß auf die Assimilationsleistung besitzen, doch maßgeblich für die Verwertung der Assimilate und der Massenbildung mitbestimmend sein. Im Versuch sollte nun geklärt werden, welche Organe und welche Prozesse der Pflanze unter Kombination des Temperatur- und Tageslängeneinflusses besonders gefördert werden. Der Versuch wurde mit verschiedenen Getreidesorten an zwei auseinanderliegenden Zeitpunkten angesetzt, womit ein gewisser Temperatureinfluß erfaßt wurde. Bei jeder Aussaatzeit wurde zusätzlich die Tageslänge variiert. Das Saatgut kam im Gewächshaus zur Aussaat und wurde vom Aufgang ab bei konstanter Temperatur 20 Tage lang unter verschiedenen Tageslängen gehalten. Danach kamen die in Papptöpfchen angezogenen Pflanzen in das Freiland. Die Ergebnisse sind in folgender Tabelle enthalten.

Tabelle

Untersuchung der Ertragsstruktur des Getreides unter

Behandlung	Aufgang am	Ähren- schieben am	Anzahl der Tage vom Aufgang bis zum Ähren- schieben
I. Aussaat			
Heines Kolben			
20° C 20 Tg. 10-Std.-Tag	29. 3.	18. 6.	81
normale Tageslänge	29. 3.	15. 6.	78
Dauerbelichtung	29. 3.	5. 6.	68
II. Aussaat			
20° C 20 Tg. 10-Std.-Tag	28. 4.	7. 7.	69
normale Tageslänge	1. 5.	28. 6.	58
Dauerbelichtung	28. 4.	23. 6.	56
I. Aussaat			
Petkuser Sommer-Roggen			
20° C 20 Tg. 10-Std.-Tag	29. 3.	10. 6.	75
normale Tageslänge	29. 3.	27. 6.	59
Dauerbelichtung	29. 3.	8. 5.	40
II. Aussaat			
20° C 20 Tg. 10-Std.-Tag	27. 4.	28. 6.	62
normale Tageslänge	27. 4.	12. 6.	46
Dauerbelichtung	27. 4.	30. 5.	34
I. Aussaat			
Kalkreuther Frühe			
20° C 20 Tg. 10-Std.-Tag	29. 3.	15. 6.	78
normale Tageslänge	29. 3.	27. 5.	59
Dauerbelichtung	29. 3.	21. 5.	53
II. Aussaat			
20° C 20 Tg. 10-Std.-Tag	29. 4.	1. 7.	63
normale Tageslänge	29. 4.	19. 7.	71
Dauerbelichtung	29. 4.	12. 6.	44
I. Aussaat			
Eckendorfer Borriesa			
20° C 20 Tg. 10-Std.-Tag	2. 4.	15. 6.	74
normale Tageslänge	2. 4.	10. 6.	69
Dauerbelichtung	3. 4.	22. 5.	49
II. Aussaat			
20° C 20 Tg. 10-Std.-Tag	2. 5.	30. 6.	59
normale Tageslänge	1. 5.	18. 6.	48
Dauerbelichtung	1. 5.	11. 6.	41

5.

verschiedenen Temperatur- und Lichtverhältnissen.

Anzahl der Pflanzen	Höhe in cm	Durch- schnittliches Pflanzengewicht in g	Durch- schnittliches Korngewicht in g	% Anteil des Korngewichtes am Pflanzengewicht
40	110	17,25	3,13	18,12
39	107	19,49	4,49	23,00
37	93	11,40	3,20	28,57
32	75	14,00	1,25	8,90
36	75	10,30	0,75	7,30
21	70	7,60	0,95	12,50
23	115	19,50	3,50	15,60
17	115	18,60	2,00	11,00
13	85	9,20	1,20	12,50
24	100	15,80	2,90	18,40
28	85	4,50	0,89	20,00
25	80	4,80	1,00	20,80
18	81	39,30	11,60	29,50
28	80	25,40	3,00	11,70
20	65	15,25	1,90	12,50
38	75	10,70	3,00	28,40
19	50	6,30	1,30	20,80
15	45	6,00	1,30	22,20
42	112	21,70	9,20	42,30
39	85	16,00	6,30	34,20
33	80	17,10	5,10	30,10
50	75	12,80	3,20	25,00
41	75	6,60	2,60	38,90
45	60	3,90	1,20	31,40

Die Versuchsergebnisse zeigen wiederum eine Entwicklungsbeschleunigung unserer Getreide bei Verlängerung des Tages. Darüber hinaus ist bei dem zweiten Aussaattermin die Zeit bis zum Ährenschieben weiterhin verringert worden, was einerseits auf den verlängerten natürlichen Tag, andererseits aber auch auf die allgemein besseren Wärmebedingungen zurückzuführen ist. Die Beobachtung, daß die Gerste Kalkreuther Frühe ohne vorherige Keimstimmung sich normal entwickelte, also zum Schossen kam, ist ein neues Beispiel für das geringe Kältebedürfnis mancher als Wintergetreide angebauten Sorten. Zwischen der Anzahl der Tage vom Aufgang bis zum Ährenschieben und der Pflanzenhöhe besteht innerhalb der einzelnen Aussaaten bei jeder Sorte eine gleichsinnige Beziehung. Ein weiteres gleiches Verhältnis war auch in der Bestockungsstärke zu beobachten. Je rascher die Entwicklung verlief, um so geringer war auch die Zahl der Bestockungstriebe je Pflanze. Beide Tatsachen haben zur Folge, daß mit der Verkürzung der Entwicklungsdauer auch das durchschnittliche Einzelpflanzengewicht fällt. Mit dem höchsten Einzelpflanzengewicht war auch das größte Korngewicht verbunden mit Ausnahme bei der Weizensorte Heines Kolben. Das Korngewicht fällt aber nicht so stark bei größerer Entwicklungsgeschwindigkeit, wie das durchschnittliche Einzelpflanzengewicht, so daß dann der Kornanteil relativ um so größer wird, je rascher die Pflanze sich entwickelt. Diese Zusammenhänge zeigen nicht alle Sorten des Versuches ausgeprägt, sie konnten aber auch bei Sorten der Tabelle 4 gefunden werden. Bei gesteigerter Entwicklungsgeschwindigkeit werden somit die Nährstoffe besonders für die Samenproduktion benötigt, was letzten Endes ein Überwiegen der reproduktiven über die vegetative Phase bedeutet.

4. Das Verhalten von Primitivformen im Vergleich mit Kultursorten.

In allen bislang durchgeführten Untersuchungen konnten bei den vier Hauptgetreidearten nur Langtagformen gefunden werden. Da jedoch abweichend reagierende Formen züchterisch von Bedeutung sein können, stellten wir gleichzeitig Untersuchungen über die photoperiodische Reaktion und das Temperaturbedürfnis der Arten und Landsorten der vier Hauptgetreide im Vergleich zu Kultursorten an. Das Saatgut wurde 34 Tage lang bei 8° und 3° C gestimmt und z. T. 19 Tage lang unter verschiedenen Tageslängen gehalten. Die einzelnen Versuchsserien waren:

- a) T n, L n.
- b) T n, L t 19 s 10.
- c) T t 34 c 8, L n.
- d) T t 34 c 8, L t 19 s 10.
- e) T t 34 c 3, L n.
- f) T t 34 c 3, L t 19 s 10.

In den folgenden Tabellen 6 und 7 nennen die Zahlen der Versuchsserien a, c und e, das sind also die unter normaler Tageslänge angezogenen Pflanzen, die Tage vom Aufgang bis Ährenschieben. Die Kurztagbehandlungen (b, d und f) enthalten die Prozentzahlen für die gleiche Zeitspanne bezogen auf den Normaltag. Beim Hafer Griesings Sporen beträgt die Zeit bis zum Ährenschieben unter normalen Keimverhältnissen 102 Tage, 10-Std.-Tag ruft eine Verlängerung des gleichen Entwicklungsabschnittes um 11 % hervor.

Die Temperaturbehandlung ruft eine deutliche Entwicklungsbeschleunigung einiger Haferformen hervor. Bei dem Winterhafer Griesings Sporen konnte die Zeit vom Aufgang bis zur Blüte durch Keimstimmung bei 8° und 3° C um die Hälfte verkürzt werden. Ein, wenn auch nur geringer, Einfluß der Keimstimmung war bei Dippes Weißhafer, v. Lochows Gelb und Beseler II vorhanden. Bei den übrigen untersuchten Formen ist kein eindeutiger Einfluß der Temperaturbehandlung zu beobachten.

Die Kurztagbehandlung hatte bei den untersuchten Haferformen in der Serie b wider Erwarten eine sehr geringe Entwicklungsverzögerung hervorgerufen, einige kamen unter Kurztag noch früher zum Blühen als unter Langtag. Für dieses eigenartige Verhalten läßt sich eine sichere Erklärung nicht finden. Wir vermuten, daß neben der Länge des künstlichen Kurztages und der Keimstimmungsdauer die Temperaturen vor und während des Auflaufens der Keimpflanzen für den Grad der Reaktion mitbestimmend sind. Nach einer Keimstimmung reagieren die Sorten auf den kurzen Tag viel stärker, wobei die Keimstimmungstemperatur in unseren Versuchen eine untergeordnete Rolle spielt. Unter den einzelnen Haferformen heben sich dabei durch ihre stärkere Entwicklungsverzögerung nach der Kurztagbehandlung Dippes Weißhafer und Moorhafer hervor. Bei den verschiedenen *Avena*-Arten liegt die Reaktionsstärke teils etwas über, teils unter dem Durchschnitt aller untersuchten Formen, insgesamt erleiden sie aber keine so starke Entwicklungsverzögerung wie unsere Kultursorten.

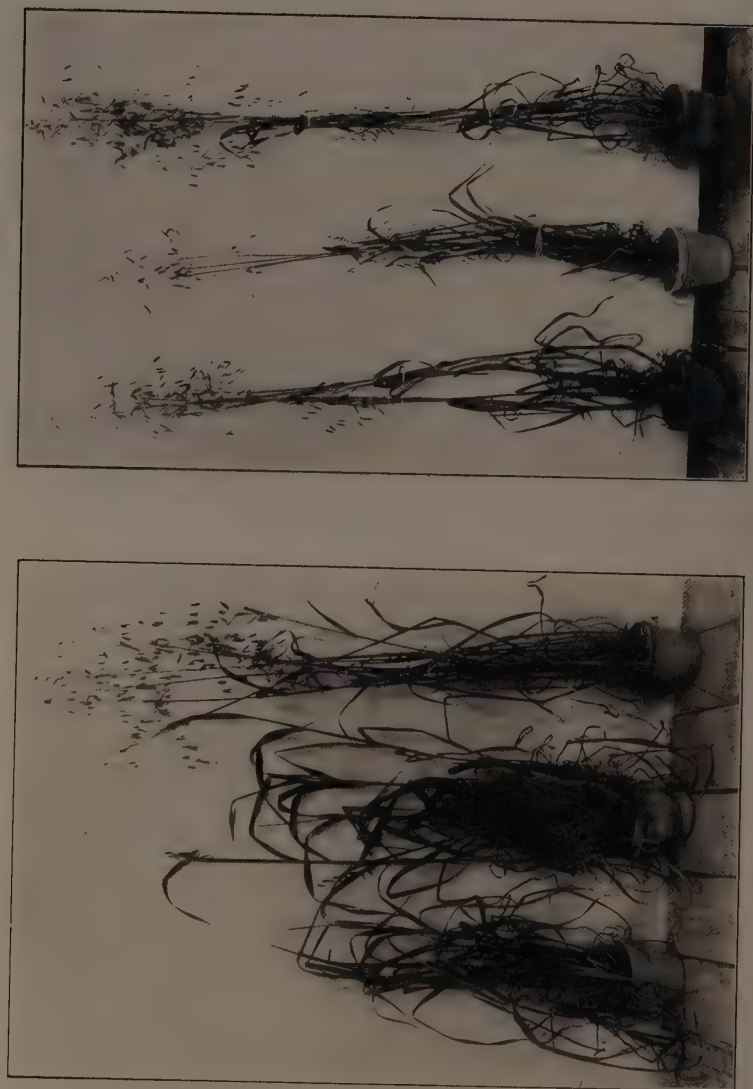


Abb. 2. Hafer „Griesings Sporen“.

Von links nach rechts: Normale Keimung, normale Tageslänge (16–17 Std.), — Normale Keimung, 15 Tage 10-Std.-Tag. — Keimstimmung 34 Tage + 8°C, normale Tageslänge. — Keimstimmung 34 Tage + 8°C, 15 Tage 10-Std.-Tag. — Keimstimmung 34 Tage + 3°C, normale Tageslänge. — Keimstimmung 34 Tage + 3°C, 15 Tage 10-Std.-Tag.

Tabelle 6.

Einfluß der Kurztag- und Temperaturbehandlung auf die Entwicklungsgeschwindigkeit einiger Landsorten und Arten von Hafer und Gerste im Vergleich zu Kultursorten (Aussaat Anfang Juni).

	a	b %	c	d %	e	f %
Hafer						
Griesings Sporen	102	111	49	131	51	131
Dippes Weißhafer	50	94	37	143	38	145
v. Lochow's Gelb	52	104	47	132	45	138
Beseler II	50	104	46	135	46	133
Fichtelgebirgshafer	54	89	47	138	52	123
Thüringer	58	95	54	124	55	133
Sabotkaer	53	106	57	126	56	130
Moorhafer	48	113	47	138	45	144
<i>Avena fatua</i>	49	114	53	—	53	121
<i>Avena chinensis</i>	54	93	51	131	51	141
<i>Avena inermis</i>	59	108	53	126	55	120
<i>Avena barbata</i>	58	103	56	118	58	121
<i>Avena sterilis</i>	52	104	52	110	51	131
<i>Avena byzantina</i>	59	108	51	104	46	128
		103		127		131
Gerste						
Eckendorfer Mammuth . . .	—	—	41	154	41	151
<i>Hordeum spontaneum</i>	—	—	—	—	45	—
Heines Goldthorpe	62	106	59	141	67	142
Heils Hanna	51	104	45	138	45	138
Svalöfs Chevalier	76	100	59	119	65	108
Pfauen-Gerste	52	104	52	131	59	124
Mengelgerste	54	100	54	117	53	113
Nackte zweizeilige	61	—	56	102	48	119
		103		129		128

Die untersuchten Gerstenformen haben größeres Temperaturbedürfnis als der Hafer. Die Keimstimmung bei 8° C beseitigt alle Schoßhemmungen der Wintergerste Eckendorfer Mammuth. Auch die Wildform *Hordeum spontaneum* hat ein deutliches Temperaturbedürfnis. Bei zeitiger Aussaat im Frühjahr kann sie noch schossen, bei späterer bleibt sie „sitzen“. Von den Sommergersten zeichnen sich einige durch eine geringe Beschleunigung der Entwicklung nach der Keimstimmung aus, so Heils Hanna, Svalöfs Chevalier

und nackte zweizeilige Gerste. Neben den bereits genannten finden wir Sorten mit geringem Kältebedürfnis und auch solche, bei denen dieses gänzlich fehlt.



Fig. 3. Gerste „Eckendorfer Mammuth“.

Von links nach rechts:

Normale Keimung, normale Tageslänge (16—17 Std.).

„ „ „ 15 Tage 10-Std.-Tag.

Keimstimmung 34 Tage + 8° C, normale Tageslänge.

„ 34 „ + 8° C, 15 Tage 10-Std.-Tag.

„ 34 „ + 8° C, normale Tageslänge.

Durch den Kurztag wurde bei allen untersuchten Gersten die Zeit vom Aufgang bis zur Blüte verlängert. Die einzelnen Behandlungsreihen verhalten sich wieder verschieden. Nach der Keimstimmung tritt starke und im Durchschnitt aller Sorten fast gleiche Verzögerung ein. Die größte Entwicklungsverzögerung wurde bei den Sorten Eckendorfer Mammuth, Heines Goldthorpe und Heils Hanna hervorgerufen, gering ist sie bei der nackten zweizeiligen Gerste und der schwedischen Sorte Svalöfs Chevalier. Ein Zusammenhang zwischen Temperaturbedürfnis und Stärke der Langtagreaktion ist bei der Gerste nicht zu beobachten.

Tabelle 7.

Einfluß der Kurztag- und Temperaturbehandlung auf die Entwicklungsgeschwindigkeit einiger Landsorten und Arten von Roggen und Weizen im Vergleich zu Kultursorten.

	a	b	c	d	e	f
		%		%		%
Roggen						
<i>Secale montanum</i>			nicht	geschoßt		
Petkuser Winterroggen	—	—	46	—	54	159
Petkuser Sommerroggen . . .	33	130	29	141	34	—
Weizen						
Salzmünder Standard			nicht	geschoßt		
Binkel-Weizen			nicht	geschoßt		
Weißer Winter-Kolben-Spelz .			nicht	geschoßt		
Weißer Winter-Grannen-Spelz			nicht	geschoßt		
Ackermanns Bayernkönig . .	—	—	58	138	66	129
Wunder-Weizen	—	—	92	101	69	162
Heines Kolben	52	96	54	113	53	104
Binkel-Weizen	53	104	52	121	49	127
Igel-Weizen	43	107	42	136	48	106
Weißer Sommer-Kolben-Spelz	54	100	51	126	52	123
<i>Trit. dicoccoides</i> (W.-F.) . . .	64	97	63	106	49	137
<i>Trit. dicoccoides</i> (S.-F.) . . .	42	100	41	134	40	115
<i>Trit. monococcum</i> (W.-F.) . . .	55	98	53	132	53	117
<i>Trit. monococcum</i> (S.-F.) . . .	58	93	53	130	51	131
<i>Trit. aegilopoides</i> (W.-F.) . . .	52	100	52	123	53	108
		99		124		123

Durch ein starkes Temperaturbedürfnis ist der Wildroggen *Secale montanum* gekennzeichnet, geringer ist es beim Petkuser Winterroggen und fehlt ganz beim Petkuser Sommerroggen. Beim Petkuser Winter- und Sommerroggen verzögerte die Kurztagbehandlung sehr stark den Blüheintritt. Beim Weizen kommen alle Übergänge vom kältebedürftigen bis zum kälteanspruchslosen Typ vor. Die untersuchten Winterformen des Binkels und Spelzes besitzen ein dem Salzmünder Standard entsprechendes hohes Temperaturbedürfnis. Geringer ist es dann beim Wunderweizen und fehlt völlig bei den untersuchten Sommerformen des Spelzes und Binkels, beim Igel-Weizen und den Varietäten von *Trit. dicoccoides*, *Trit. monococcum* und *Trit. aegilopoides*. Die Untersuchung der photoperiodischen Reaktion der einzelnen Formen zeigt im Durchschnitt das gleiche

Verhalten wie in den vorhergehenden Tabellen die Kulturformen. Demnach besitzen alle untersuchten Weizenformen einen ausgesprochenen Langtagcharakter.

Auch in bezug auf das Kältebedürfnis verhalten sich die Landsorten und Arten der Getreide wie die Kultursorten. Das Temperaturbedürfnis ist wiederum am stärksten beim Weizen ausgeprägt, ihm folgt Roggen, Gerste, und es fehlt bei den geprüften Formen des Hafers fast ganz.

Sämtliche untersuchten Getreideformen reagieren bei Verkürzung der Tageslänge nach Keimstimmung mit einer deutlichen Entwicklungsverzögerung. Sie gehören demnach ausnahmslos dem Typus der Langtagpflanzen an. Nach den vergleichbaren Werten der Tabellen 6 und 7 ist im Durchschnitt der Grad der Langtagreaktion beim Weizen am geringsten, größer ist er bei Hafer und Gerste und ist beim Roggen am stärksten ausgeprägt.

Zusammenfassung.

Es wurde der Einfluß von Temperatur und Tageslänge, die z. T. nur der Jungpflanze bzw. dem Keimling geboten wurden, auf den Entwicklungsablauf von Sorten und Arten unserer vier Hauptgetreide untersucht. Dabei ergab sich:

1. Die Belichtungsverhältnisse während der Keimstimmung bleiben ohne Einfluß auf die spätere Entwicklung des Getreides.

2. Das Temperaturbedürfnis der Wintergetreide ist in der Jungpflanze und im keimenden Samen gleich groß und läßt sich durch Keimpflanzen- und Keimstimmung befriedigen.

3. Die bei einigen der untersuchten Getreideformen beobachtete Schoßhemmung kann durch graduelle Temperaturbehandlung beseitigt werden. Starke Schoßhemmung und damit großes Temperaturbedürfnis besitzen die meisten Wintergetreide. Das andere Extrem sind die ausgesprochenen Sommerformen, die infolge fehlender Schoßhemmung durch Temperaturbehandlung keine Entwicklungsbeschleunigung erfahren. Zwischen beiden sind alle Übergänge feststellbar.

4. Die vier Hauptgetreidearten unterscheiden sich durch verschieden stark ausgeprägte Schoßhemmung; am stärksten ist sie beim Weizen, geringer bei Roggen, Gerste und Hafer.

5. Die gleichen Unterschiede in dem Grade der Schoßhemmung treten innerhalb der Sorten auf.

6. Die photoperiodische Untersuchung der Getreidearten und -sorten erwies diese als Langtagpflanzen.

7. Die Ertragsbildung (Bestockung, Pflanzenhöhe, -gewicht und Korngewicht) ist von der Entwicklungsgeschwindigkeit abhängig.

8. Die untersuchten Arten und Landsorten unserer Hauptgetreide benötigen für ihren Entwicklungsablauf ähnliche Temperatur- und Lichtverhältnisse wie unsere Kultursorten.

Die vorliegenden Ergebnisse entstammen Versuchen, die in den Jahren 1935/36 am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Leipzig unter der Leitung des damaligen Direktors Prof. Dr. W. Rudorf durchgeführt wurden.

Literaturverzeichnis.

1. Bachmann, Fr., Über die Verwendung von Farbfiltern für pflanzenphysiologische Forschungen. *Planta* 8, 1929, 487—521.
2. Garner, W. and Allard, H. A., Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. *J. Agric. Res.* 18, 1920, 553—606.
3. Gassner, G., Beiträge zur physiologischen Charakteristik sommer- und winterannueller Gewächse, insbesondere der Getreidepflanzen. *Zeitschr. f. Bot.* 10, 1918, 417—430.
4. Harder, R., Faber, F. und Denffer, D. v., Lichtintensität und Photoperiodismus. *Züchter* 9, 1937, 41—46.
5. Klebs, G., Über die Blütenbildung von *Sempervivum*. *Flora* 111/112, 1918, 128—151.
6. Kostjučenko, J. A. und Zarubailo, J. T., (Keimstimmung von Samen während des Reifens und ihre Bedeutung für die Praxis). *Herb. Rev.* 5, 1937, 146—187, (engl.).
7. Lysenko, T. D., (Der Einfluß des Wärmefaktors auf die Dauer der Entwicklungsstadien von Pflanzen.) *Beiträge d. Versuchs- u. Auslesewarte Aserbeidschan* 1928, H. 3, 168 (russ.).
8. Maximov, N. A. und Pojarkova, A. J., Über die physiologische Natur der Unterschiede von Sommer- und Wintergetreide. *Jahrb. wiss. Bot.* 64, 1925, 702—730.
9. Maximov, N. A., Pflanzenkultur bei elektrischem Licht und ihre Anwendung bei Samenprüfung und Pflanzenzüchtung. *Biol. Zbl.* 45, 1925, 627—639.
10. Purvis, N., (Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur auf die darauf folgende Entwicklung gewisser Wintergetreide und in Beziehung zur Tageslänge). *Ann. Bot.* 48, 1934, 919—955. (engl.).
11. Rusumov, V. I., (Die Bedeutung der Lichtqualität für die photoperiodische Reaktion). *Bull. Appl. Bot. S. III*, 1933, 217—251, (engl.).
12. Rudorf, W., Keimstimmung und Keimpflanzenstimmung in ihren Beziehungen zur Züchtung. *Züchter* 7, 1935, 193—199.

13. Rudolf, W. und Hartisch, J., Bedingungen des Entwicklungsverlaufes bei höheren Pflanzen mit besonderer Berücksichtigung der landwirtschaftl. Kulturpflanzen. *Forschungsdienst* **1**, 1936, 39—47.
14. —, Stelzner, G. und Hartisch, J., Untersuchungen zur Methodik einer Keimstimmung bei Wärme. *Zeitschr. Angew. Bot.* **19**, 1937, 491—505.
15. — —, Die Abhängigkeit des Entwicklungsablaufes bei Raps und Rübsen von der Tageslänge und Temperatur. *Pflanzenbau* **14**, 1937, 1—16.
16. Seelhorst, C. v., Einfluß vorübergehender Temperaturniedrigung auf die Entwicklung von Winterfrüchten, welche im Frühjahr gesät werden. *Journal f. Landw.* **46**, 1898, 50—51.
17. Voss, J., Entwicklungsbeschleunigung und Anzucht von Winterweizen im Warmhaus. *Pflanzenbau* **10**, 1933/34, 321—331.

Besprechungen aus der Literatur.

Bertalanffy, L. von. Das Gefüge des Lebens. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin. 197 Seiten mit 67 Abbildungen im Text.

Dem Buche liegt die Tendenz zugrunde, durch die Einführung des organismischen Prinzips „dem unfruchtbaren Zwist zwischen Mechanismus und Vitalismus ein Ende zu machen“. Ebenso wie andere Autoren in der Diskussion der letzten Zeit um die Deutung naturwissenschaftlich erforschter Phänomene setzt Verf. dem „Früher“ als der summativen, mechanischen und reaktionstheoretischen Auffassung sein „Heute“, die dynamische Ordnung und die organismische Auffassung entgegen. In der Auffindung von Systemgesetzen erblickt er die grundlegende Aufgabe der modernen Biologie.

Das Buch ist in drei Abschnitten zu lesen und zu werten, wovon die Einleitung und das Schlußkapitel „organizistisch“ abgestimmt sind, die drei Abschnitte über den Stufenbau des Lebens, die Beharrung im Wechsel der Teile und den Ablauf des Lebens dagegen eine historisch-kritische Darstellung des bisher experimentell Erarbeiteten bringen. Es geht dem Verf. auch nicht darum, an den methodischen Grundlagen der experimentierenden Naturwissenschaften zu rütteln: die Deutung des Gewonnenen liegt ihm am Herzen.

Es kann auch hier nur, wie schon früher, wiederholt werden, daß nur das zu deuten ist, was experimentell erarbeitet wurde. Wie ein Naturgeschehen zu deuten ist, hängt von dem Ausmaß seiner Gesetzmäßigkeit ab: jedenfalls nicht anthropomorph, nicht teleologisch, sondern immer im Sinne der ohne Zweifel bestehenden Eigengesetzlichkeit des Objekts. Daß dabei rein spekulative Theoriebildung zu vermeiden ist, sollte sich von selbst verstehen.

Max Hartmann, Gerlach u. a. (siehe auch Lehmann und Bünning) haben sich in jüngster Zeit zu den Fragen, die auch Bertalanffy anschnidet, ausführlich geäußert: „Die analytisch induktive Methode hat stets Ganzheitsgebilde, Systeme, als Ausgang und zugleich als Ziel.“ Ganzheit und Organizismus sind keine problemlösenden Methoden, sondern erst eine, und zwar die allerschwerste, Problemstellung. Unter diesem Gesichtspunkt kann das sehr gut und fesselnd geschriebene Buch dem Biologen keine Befriedigung geben, da Lösungen

nicht geboten werden können. „Organisation und Ordnung der Stoffe und Vorgänge im Lebendigen“ sind die selbstverständliche Voraussetzung für alles biologische Geschehen. Muß das alles so breit diskutiert werden? Ref. ist der Meinung, daß der Umfang einer Theorienbildung und die Tiefe der Deutungsmöglichkeit vom Ausmaß des experimentell Erarbeiteten abhängt. Die Experimentalarbeit aber schreitet mit der Vervollkommenheit der Methoden fort und nur von den Ergebnissen dieser Arbeit wird es abhängen, wie weit wir uns auf die Deutung des Geschehens einlassen dürfen.

Kausche, Berlin-Dahlem.

Boas, F. Dynamische Botanik. Eine Physiologie einheimischer Pflanzen für Biologen, Ärzte, Apotheker, Chemiker, Landwirte. 185 S., 64 Abb., geb. 13,60 RM. J. F. Lehmanns Verlag, München/Berlin.

In dem vorliegenden Buche wird die Pflanze in den Blickpunkt einer „Ganzheitsbetrachtung“ gestellt, die versucht, die verschiedenenartigen Wirkungskreisläufe von Pflanze zu Pflanze, von der Pflanze auf den Boden, von der Pflanze auf Mensch und Tier zu erfassen. Dabei ergeben sich verschiedentlich Umwertungen der bisher gültigen Werte. So läßt sich bei dieser Betrachtungsweise z. B. der landläufige Begriff Unkraut nicht aufrechterhalten; denn jede Pflanze hat ihre biologische Bedeutung und „von einigen Fällen abgesehen, weiß niemand, was ein Unkraut ist, weder dynamisch-physiologisch noch allgemein biologisch“. Die „dynamische Botanik“ setzt sich zum Ziel, die Frage: „Was bedeutet, was leistet die Pflanze im Gesamtbereich des Lebens“, zu beantworten und so steht die Lehre von den Stoffen, die die Leistungen der Pflanze bedingen, den Wirkstoffen, im Vordergrund des Interesses. Für die Einteilung dieser Stoffe wählt der Verf. z. B. die Gruppierung in Massennährstoffe (M-Stoffe), wie Kohlehydrate, Fette, Eiweißstoffe; Sonderwirkstoffe (S-Stoffe) ohne oder mit geringer Nährwerteneigenschaft, wie Saponine, organische Säuren, Gerbstoffe, Anthozyane, Alkaloide und endlich sogenannte H-Stoffe, d. h. Hochleistungsstoffe (z. B. Enzyme) und Höchstleistungsstoffe (z. B. Vitamine, Hormone). Selbstverständlich ist auch die bekannte Wandelbarkeit des Stoffwechsels Gegenstand eingehender Erörterungen. Überhaupt sind es nicht in erster Linie neue Tatsachen, die den Inhalt des Buches bilden, sondern vielmehr werden jedem Physiologen bekannte Tatsachen unter einem neuartigen Gesichtswinkel betrachtet. Daneben werden noch zahlreiche, in der Pflanzenphysiologie bisher wenig oder garnicht gebräuchliche Arbeitsweisen aufgezeigt. Das Endziel sieht der Verf. in der Aufstellung einer „physiologischen Flora“, die den Versuch bedeutet, „das biologische Nationalvermögen dynamisch, d. h. im Hinblick auf die Wirkung der Pflanzen, zu erfassen und letzten Endes zu inventarisieren“ und so die in unserer Pflanzenwelt noch verborgen liegenden Schätze aufzudecken.

An Hand einer kurzen Besprechung konnten natürlich nur einige der 15 Kapitel, in denen der Verf. seine Gedankengänge entwickelt, gestreift werden. Das zweifellos mit großer Begeisterung geschriebene Buch, dessen Inhalt von der Physiologie und Biologie auch auf die Gebiete der Landwirtschaft, Pharmazie und Medizin übergreift, ist dazu berufen, vielseitig anregend zu wirken. Allerdings kann nicht verschwiegen werden, daß es für den unkritischen Leser und für den, der die Materie nicht genügend beherrscht, manche Gefahren birgt;

denn die weitgehenden Schlußfolgerungen, die verschiedentlich gezogen werden, sind nach Ansicht des Ref. nicht immer berechtigt oder bedürfen häufig noch einer soliden, experimentellen Untermauerung.
H. Richter, Berlin-Dahlem.

Faserforschung. Zeitschrift für Wissenschaft und Technik der Faserpflanzen und der Bastfaserindustrie. Verlag S. Hirzel, Leipzig.

Das 4. Heft des 12. Bandes dieser von Prof. Tobler in Dresden herausgegebenen Zeitschrift befaßt sich hauptsächlich mit der Kotonisierung von Flachs und Hanf. Daneben werden Hanfbau und Hanfzüchtung, Röstverlauf und Röstunterschiede am Flachsstengel und Versuche der Bewässerung von Hanf behandelt. Das mit vier schwarzen und einer farbigen Tafel und 13 Textabbildungen ausgestattete Heft kostet 10,— RM. Snell.

Glasewald, Konrad, Vogelschutz und Vogelhege. Verlag I. Neumann-Neudamm 1937. 295 S., 106 Abb. Preis brosch. 7.—RM. geb. 8.—RM.

In der Vogelwelt sieht man von jeher einen derjenigen Faktoren, die der ständig drohenden Übervermehrung schädlicher Tierarten entgegenzuwirken vermögen. Die solchen Zwecken dienende künstliche Ansiedlung und Vermehrung, vor allem der insektenfressenden Vögel, steht bewußt im Dienst der Schädlingsbekämpfung und wird im Gesetz als Vogelhege dem rein ideellen Motiven entspringenden Vogelschutz gegenübergestellt. Beide werden in dem vorliegenden Büchlein von Glasewald möglichst lückenlos dargestellt, das dadurch besonders geeignet ist, über die Gesamtheit der Vogelschutzfrage Aufschluß zu geben. Wenn auch nur der kleinere Abschnitt der Vogelhege gewidmet ist, so findet sich in dem übrigen Teil noch vieles, was auch für den wirtschaftlichen Vogelschutz von Bedeutung ist. Genannt sei nur die ausführliche Zusammenstellung aller in Betracht kommenden gesetzlichen Bestimmungen und Verordnungen. Einen besonderen Hinweis verdient das gute und reiche Bildmaterial. Als Nachschlagewerk wird das Büchlein dem Praktiker bald unentbehrlich sein.

Sy, Berlin-Dahlem.

Hering, Martin. Die Blatt-Minen Mittel- und Nord-Europas. Verlag Gustav Feller, Neubrandenburg. 631 S., 7 Tafeln, 500 Textabbildungen. 1935—37.

Mit erfreulicher Pünktlichkeit hat das seit 1935 erscheinende Werk mit der 6. Lieferung innerhalb der vorgesehenen Frist seinen Abschluß gefunden. Damit besitzen wir endlich ein Bestimmungsbuch aller aus Mittel- und Nordeuropa bekannten Blattminen, das an Vollständigkeit wie an Einfachheit seines Gebrauchs allen Ansprüchen gerecht wird. Weder bezüglich der Wirtspflanzen noch der Insektenordnungen wurden stoffliche Begrenzungen vorgenommen. Die Bestimmung geht aus von der Pflanzengattung und verwendet weiterhin nur Merkmale der Minen selbst (Form, Farbe, Kotablagerung, Öffnungen und Inneres der Minen usw.). Daß damit die zeitraubende und zur Bestimmung meist nur für den Spezialisten auswertbare Aufzucht der Imagines überflüssig geworden ist, wird namentlich der Phytopathologe begrüßen, dem an einer schnellen und sicheren Diagnose gelegen ist. 500 Textabbildungen erleichtern die Benutzung beträchtlich.

Sy, Berlin-Dahlem.

Heydenreich, K. Gartenstauden — Staudengärten. Gartenbau-Verlag Trowitsch & Sohn, Frankfurt/Oder und Berlin 1937. Preis RM 3,75.

Das bereits in zweiter Auflage erschienene Buch enthält Erfahrungsratschläge zur Anlage, Pflanzung, Pflege und Sortenwahl von Gartenstauden. Es ist mit zahlreichen wunderschönen Bildern ausgestattet und gibt einen ausgezeichneten Überblick über dieses für den Gartenfreund so anziehende Gebiet.

K. Snell.

Nebel, B. R. Zellforschung und Neuzüchtung beim Obst und bei der Rebe. Aus der Reihe Grundlagen und Fortschritte im Garten- und Weinbau. Herausgeber: Dr. L. F. Rudloff, Geisenheim a. Rh. Heft 29. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. Preis 1,65 RM.

In der Erkenntnis, daß jede pflanzenzüchterische Arbeit, wenn man Zeit- und Materialverschwendung vermeiden will, durch cytologische Untersuchungen wirksam zu unterstützen und zu kontrollieren ist, hat der frühere Leiter der Obstbauabteilung in Müncheberg das Wesentliche und Wissenswerteste über die Cytologie der Obstarten und der Weinrebe zusammengetragen und in leichtfaßlicher Form dargestellt. Einem allgemeinen Teil über die wichtigsten Grundlagen (die Zelle, Reifeteilung, Mendelismus und Störungen der Reifeteilung) folgt ein spezieller Teil, in dem die besonderen Erkenntnisse bei der Obst- und Rebenzüchtung behandelt werden.

Das Büchlein, das wohl einem breiteren Leserkreis zugänglich gemacht werden soll, ist im Stil und in der Darstellung der Materie an manchen Stellen etwas zu kurz gekommen, eben zugunsten der allgemeinen Verständlichkeit. Um einiges herauszugreifen: „Der Kern ist wahrscheinlich das Organisationszentrum, er scheint zum Leben der Zelle unerlässlich. Die ungeheure Feinheit seines Baues läßt ihn gröblich mit dem Gehirn eines Menschen vergleichen, das an sich weder verdaut noch die physische Kraft produziert und doch zum Leben des Menschen notwendig ist.“ Oder: „Die griechische Mythologie sprach vom Lebensfaden, der von den drei Parzen betreut wurde. Der Faden ist in der modernen Wissenschaft zum Chromonem (Inhaltsfaden des Chromosoms) geworden.“ Oder: „Die Chromosomen erleichtern das Manövrieren, d. h. die geordnete Bewegung der vielen Gene im Zellkern.“

Es finden sich in dem Buch noch mehr derartiger „Plastizismen“. Sie wurden hier angeführt um zu zeigen, daß man des Guten auch zuviel tun kann. Im übrigen vermag das Büchlein wohl einen Einblick in die cytologischen Zusammenhänge zu geben.

Kausche. Berlin-Dahlem.

Rackmann, K. Düngen wir richtig? Agrikulturchemische Betrachtungen über aktuelle Düngungsfragen. Deutsches Druck- und Verlagshaus G.m.b.H., Mannheim 1938.

In seinen Ausführungen weist Rackmann den nach seinen Angaben von vielen Seiten gegen unsere heutige Düngungsweise erhobenen Einwand zurück, daß sie einseitig die Stickstoffzuführung begünstige. An Hand statistischer Angaben über den Düngerverbrauch in der Welt und in einzelnen Gegenden Deutschlands und eigener bzw. anderseitiger Feldversuche stellt er unter Berufung auf die geschicht-

liche Entwicklung der Düngewirtschaft die Behauptung auf, daß wir uns gerade heute vielmehr auf dem Wege zur richtigen Düngung befänden, die sich weiterhin in einer Erhöhung der Düngergaben und einer Verschiebung des Nährstoffverhältnisses in der Düngung zugunsten der N-Gaben ausdrücken müsse. Vorschläge über die praktische Verwendung des erwarteten Mehrverbrauches an Stickstoff und eine Tabellenreihe beschließen die Arbeit.

A. Hey.

Timofeeff-Ressowsky, N. W. Experimentelle Mutationsforschung in der Vererbungslehre. (Beeinflussung der Erbanlage durch Strahlung und andere Faktoren.) Wissenschaftliche Forschungsberichte von Ed. Liesegang. 181 S., 52 Textabb., 6 Kunstdrucktafeln und 49 Tabellen. Th. Steinkopf, Stuttgart 1937.

In dem Vorwort zu seiner Schrift weist der Verf. selbst darauf hin, daß ein abgeschlossenes Bild der experimentellen Mutationsforschung, die sich seit den klassischen, 1927 veröffentlichten Versuchen Mullers in intensivster Entwicklung befindet, nicht gezeichnet werden kann. Um so dankenswerter ist es, daß er auf Grund seiner reichen Erfahrungen einen Überblick über das bisher Geleistete und den augenblicklichen Stand der Forschung auf diesem Gebiet zu geben versucht hat. Einleitend werden Tatsachen und Grundbegriffe der modernen Genetik, soweit sie für das Verständnis des später Vorgetragenen erforderlich sind, kurz erläutert. Dabei werden die drei zur Prüfung der Frage der Beeinflussbarkeit des Erbgutes beschrittenen Wege aufgezeigt sowie die Versuche besprochen, die vor Beginn der modernen experimentellen Mutationsforschung der Möglichkeit der Beeinflussung des Faktorenaustausches und des Nichttrennens der Chromosomen in der Reduktionsteilung bei *Drosophila* durch Temperatur und Strahlung galten. Daran schließt sich eine Beschreibung spontaner natürlicher Mutationen und der Ergebnisse ihrer quantitativen und qualitativen Analyse an. Damit ist der Boden zur Erörterung der künstlichen Auslösung von Mutationen bereitet, zu der in erster Linie kurzwellige Strahlen benutzt worden sind. Diese Versuche stehen deshalb auch im Mittelpunkt der Besprechung, während Auslösung durch Temperatur und andere Außenfaktoren nur eine untergeordnete Rolle spielen. Das ist gerechtfertigt, weil kein einziger Faktor gefunden werden konnte, der auch nur annähernd einen solchen Einfluß auf den Mutationsprozeß ausübt wie die ionisierende Strahlung. In den Mechanismus dieses Vorganges ist man auch schon ziemlich tief eingedrungen, wie die Analyse der mutationsauslösenden Wirkung der Strahlen wie auch die Analyse der durch Strahlung erzeugten Mutabilität eindringlich zeigen. Man hat die Mutationskonstante μ errechnen können, die die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der betreffenden Mutationen nach Bestrahlung mit 1 r ausdrückt. Ein Vergleich des durch Strahlung ausgelösten und des spontanen Mutationsvorganges führt zu dem Schluß, daß letzterer nicht durch kurzwellige Strahlung erzeugt wird. Alle Mutationsauslösungsversuche sind aber, wie der Verf. betont, nicht nur dazu durchgeführt, um neue Mutationen zu erhalten, sondern um vor allem in das Wesen des Mechanismus der Mutationsentstehung einzudringen und dadurch Vorstellungen über die Genstruktur zu gewinnen. Zu welchen wichtigsten Vorstellungen man in dieser Hinsicht gelangt ist, zeigt die Besprechung der Treppenallexie von Dubinin, des Positionseffektes der Gene nach Sturtevant und der biophysikalischen Analyse

des Mutationsvorganges, unter der die Treffertheorie nach Dessauer u. a. sowie das Mutationsmodell des Verf. u. a. behandelt werden. In einem Schlußabschnitt werden die Anwendungsbereiche der experimentellen Mutationsforschung kurz umrissen.

Braun, Berlin-Dahlem.

Wegener, Hans, Vom deutschen Bauerngarten. Seine Gestalt und seine Geschichte. I. I. Weber, Leipzig 1937. Preis geb. RM 0,90.

In diesem Heftchen der Weberschiffchen-Bücherei behandelt der Verfasser in großen Umrissen das Werden und Sein des deutschen Bauerngartens, der in erster Linie ein Nutzgarten ist. Gemüse und Obst, und daneben Gewürz- und Heilpflanzen bilden den wichtigsten Bestandteil. Aber auch Blumen dürfen nicht fehlen. Die Eigenart der Flora der Bauerngärten beruht nicht wenig darauf, daß nur harte Pflanzen, die wenig Raum beanspruchen und wenig Arbeit machen, ihren Platz behaupten können. Es sind vielfach altmodische Pflanzen; neueren Züchtungen gelingt es nur langsam, in den Bauerngarten einzudringen. Es ist reizvoll zu sehen, wie der Verfasser aus Nachrichten alter Urkunden die Geschichte des deutschen Bauerngartens aufbaut.

K. Snell.

Neue Mitglieder der Vereinigung für angewandte Botanik.

Kaczmarek, Dr. A., Reichsrebenzüchtung „Franken“, Würzburg, Veitshöchheimerstraße 150 (durch Braun).

Schulze, Dr. B., Berlin-Dahlem, Materialprüfungsamt (durch Riehm).

Adressenänderungen.

Goeze, Dr. G., Löwenberg/Schlesien, Molktestraße.

Kaiser, Dr. W., Darmstadt, Saalbaustraße 7.

Schmidt, Dr. E. W., Löwenberg/Schlesien.

Schulze, Dr. W., Berlin-Neuwestend, Preußenallee 26.

Wasewitz, H., Dipl.-Gartenbauinsp., Guben, Osterberg 22 bei Zimmer.

Personalnachricht.

Die Angewandte Abteilung am Botanischen Institut in Würzburg wurde zu einem selbständigen Institut für angewandte Botanik erhoben. Vorstand ist unser Mitglied, der Ordinarius für angewandte Botanik, Prof. Dr. P. Branscheidt.

Einladung

zur Teilnahme an der Tagung 1938

der Vereinigung für angewandte Botanik.

Die Tagung wird gemeinsam mit der Deutschen Botanischen Gesellschaft und der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik vom 12. bis 16. September in Hannover stattfinden. Es ist das folgende Programm in Aussicht genommen:

Montag, den 12. September: Begrüßungsabend.

Dienstag, den 13. September:

Vormittags: Gemeinsame Sitzung der drei botanischen Gesellschaften.

Eröffnung der Tagung und folgende Vorträge:

H. Söding, Dresden: Ergebnisse und Probleme der neueren Wuchsstoffforschung.

B. Schulze, Berlin: Das Arbeitsgebiet „Werkstoff-Biologie“.

J. Mildbraed, Berlin: Der tropische Regenwald und die Probleme seiner Nutzung.

Nachmittags: Mitgliederversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Anschließend Vorträge.

20 Uhr: Geselliger Abend in den Maschsee-Gaststätten.

Mittwoch, den 14. September:

Vormittags: Generalversammlung der Vereinigung für angewandte Botanik und wissenschaftliche Sitzung.

Nachmittags: Besichtigung des pflanzensoziologischen Gartens und der Herrenhäuser Gärten. Kaffeetafel.

Donnerstag, den 15. September:

Vormittags: Wissenschaftliche Sitzungen.

Nachmittags: Pflanzengeographische Exkursion. Kaffeepause in Helstorf, Leine.

Freitag, den 16. September:

Eintägige angewandt-botanische Exkursion:

Über die Reichsautobahn nach Braunschweig-Gliesmarode. Besichtigung der Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt. (Untersuchungen über Getreide- und andere Rostkrankheiten, Erforschung der Frostwiderstandsfähigkeit.) Besichtigung der Versuchsstation der braunschweigischen Konservenindustrie und einer Gemüse-konservenfabrik. Fahrt durch Braunschweig nach Goslar. Nachmittags: Besichtigung der Flachsröste Gandersheim, der Saat-reinigungsanlagen in Gr. Freden und der Versuchsgärtnerei für Gemüsebau der Landesbauernschaft Hannover-Braunschweig in Poppenburg.

Das endgültige Programm wird voraussichtlich dem nächsten Heft beigelegt werden.

Vorträge sind beim Vorsitzenden, Präsident Dr. Riehm, in Berlin-Dahlem, Biologische Reichsanstalt, bis zum 1. Juni unter Angabe etwa gewünschter Demonstrationsapparate anzumelden.

Auf der beigelegten Karte wird um vorläufige Anmeldung zur Tagung gebeten, damit übersehen werden kann, wieviel Personen ungefähr teilnehmen werden.

ECOLOGY

Devoted to All Forms of Life in Relation to Environment

Established 1920

Quarterly

Official Publication of the Ecological Society of America

Subscription, \$4 a year for complete volumes (January to December)

Foreign postage: 20 cents.

Back volumes, as available, \$5 each.

Parts of volumes are to be had only at the single number rate.

Single numbers, \$1.25, post free.

GENETICS

A Periodical Record of Investigations in Heredity and Variation

Established 1916

Bi-Monthly

Subscription, \$6 a year for complete volumes (January to December)

Foreign postage: 50 cents.

Single numbers, \$1.25 post free.

Parts of volumes are to be had only at the single number rate.

Back volumes, as available, \$7 each.

BROOKLYN BOTANIC GARDEN MEMOIRS

Published irregularly

Not offered in exchange

Volume I contains 33 contributions by various authors on genetics, pathology, mycology, physiology, ecology, plant geography, morphology, and systematic botany. 38 plates, 41 text-figures. Price \$3.50 plus postage. Weight 4 pounds.

Volume II: The Vegetation of Long Island. Part I: The Vegetation of Montauk: A Study of Grassland and Forest, by NORMAN TAYLOR. Published June 11, 1923. 108 pages, 30 text-figures. Price \$1.

Volume III: The Vegetation of Mt. Desert Island, Maine, and its environment. By BARRINGTON MOORE and NORMAN TAYLOR. 151 pages, 27 text-figures, coloured map. June 10, 1927. Price \$1.60.

Volume IV: Commemoration program. 15 papers on twenty-five years of progress in botany and horticulture, 1910-1935. 133 pages, 2 text-figures, 5 plates. Price \$1.35 post free.

Orders should be placed with
The Secretary, Brooklyn Botanic Garden
1000 Washington Avenue
Brooklyn, N.Y., U.S.A.

Synopsis der mitteleuropäischen Flora

von Prof. Dr. P. Ascherson † und Prof. Dr. P. Graebner †

Bei uns erschienen:

Preise in Reichsmark:

Liefg. 94—97 = Band V Abt. I Caryophyllaceae (Cerastium)	je Liefg.	3.—
" 98/99 = Registerband V Abt. I (Centrospermeae — Caryophyllaceae)		
	(Bogen 1—10)	6.—
" 100—105 = Band V Abt. II Caryophyllaceae (Lychnideae, Diantheae)		
u. 107	(Bogen 1—35) je Liefg.	3.—
" 106 = Band XII Abt. I Compositae (Hieracium)	(Bogen 1—5)	3.—
" 108 = Band XII Abt. I Compositae (Hieracium)	(Bogen 6—10)	3.75
" 109 = Band V Abt. II Ranales (Ranunculaceae)	(Bogen 36—40)	4.—
" 110 = Band V Abt. II Ranales (Ranunculaceae)	(Bogen 41—45)	5.20
" 111 = Band XII Abt. I Compositae (Hieracium)	(Bogen 11—15)	6.40
" 112 = Band V Abt. II Ranales (Ranunculaceae)	(Bogen 46—51)	6.40
" 113/114 = Band XII Abt. I Compositae (Hieracium)	(Bogen 16—25)	12.—
" 115 = Band XII Abt. I Compositae (Hieracium)		
	(Bogen 26—31 und Titelbogen)	7.20
" 116/117 = Hauptregister Band V Abt. II	(Bogen 1—9)	12.—
" 118/119 = Band XII Abt. II Compositae (Hieracium)	(Bogen 1—10)	
	Geheftet	16.—
" 120/121 = Band XII Abt. II Compositae (Hieracium)	(Bogen 11—20)	
	Geheftet	16.—
" 122 = Hauptregister Band XII Abt. I (Bogen 1—6)	Geheftet	8.—
" 123/124 = Band XII Abt. II Compositae (Hieracium)	(Bogen 21—30)	
	Geheftet	16.—
" 125/126 = Band XII Abt. II Compositae (Hieracium)	(Bogen 31—40)	
	Geheftet	13.—
" 127/128 = Band XII Abt. II Compositae (Hieracium)	(Bogen 41—50)	
	Geheftet	11.80
" 129 = Band V Abt. III Ranales (Ranunculaceae)	(Bogen 1—6)	
	Geheftet	7.20
" 130 = Band V Abt. IV Cruciferae (Bogen 1—5)	Geheftet	6.—
" 131 = Band V Abt. IV Cruciferae (Bogen 6—10)	Geheftet	6.—
" 132 = Band XII Abt. III Compositae (Hieracium)	(Bogen 1—10)	
	Geheftet	8.80
" 133 = Band XII Abt. III Compositae (Hieracium)	(Bogen 11—20)	
	Geheftet	8.80
" 134 = Band XII Abt. III Compositae (Hieracium)	(Bogen 21—30)	
	Geheftet	8.80
" 6—7 = Band II Abt. I 2. Auflage Gramina (Bogen 1—10) je Liefg.		3.—
" 1—93 und 1—5 der 2. Auflage erschienen im Verlage von Wilhelm Engelmann, Leipzig.		

Ausführliche Verlagsverzeichnisse kostenfrei

Printed in Germany